

CENTRO NACIONAL DE EDUCACION A DISTANCIA

TEORIA

ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

ENVÍO 5



FUENTE DE ALIMENTACION

La fuente de alimentación del receptor de radio, así también la de otros equipos electrónicos, es un circuito que tiene por finalidad proveer las tensiones y corrientes necesarias para el correcto funcionamiento del resto de los circuitos que componen el equipo.

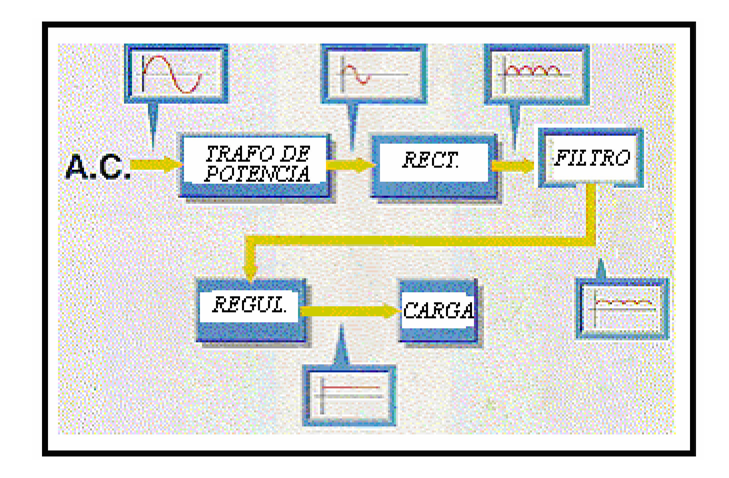
Como sabemos, los circuitos de un equipo electrónico, para cumplir su cometido, Requieren de corrientes y tensiones de polarización de tipo continuo. También sabemos que salvo alguna excepción consistente en que un aparato es diseñado solamente para operar con tensión o voltaje continuo de baterías o conjunto de pilas, todo el resto, la enorme mayoría son diseñados para operar conectados al sistema de distribución eléctrica domiciliario o al menos que puede operar mediante un dispositivo conectado a la red eléctrica domiciliaria y además con pilas y baterías en muchos casos.

Pues bien, en los países, zonas o lugares en donde la red de distribución domiciliaria proporciona una tensión continua, al conectarse los aparatos, éstos podrían operar directamente con la tensión de la red o bien, mediante un circuito adecuado interno, rebajarla al valor necesario según requiera cada caso.

En los países en los cuales la red de tensión de domicilio es alterna, que son los más, debido a la naturaleza de la tensión, los receptores una vez conectados a la red, a través de un circuito interno apropiado, deben convertir la tensión alterna en una continua del valor necesario en cada caso para el correcto funcionamiento del aparato electrónico. El circuito que ejecuta la acción descrita se denomina **"FUENTE DE ALIMENTACIÓN".**



La figura siguiente es un diagrama en bloques de la labor que debe cumplir la mencionada fuente.



En resumen la finalidad de este circuito, en cualquier equipo, es la de suministrar los voltajes continuos (**Vcc)** de alimentación de polaridad positiva **(+B**) o polaridad negativa (-B) respecto a masa.

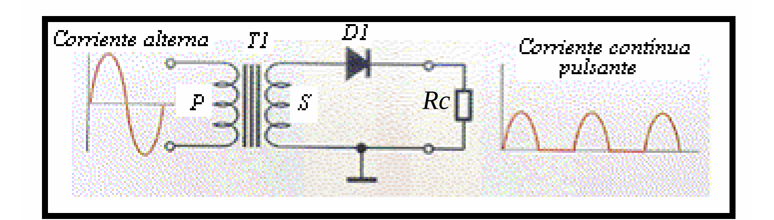
Los procesos electrónicos que se realizan normalmente e n una fuente de alimentación son: **rectificación, filtrado y regulación automática.**

RECTIFICACIÓN: Es un proceso electrónico que consiste en transformar el voltaje alterno en un voltaje continuo, lo cual se logra mediante el empleo de diodos rectificadore s se silicio (silicones), que tienen la propiedad de conducir en forma preferente en una sola dirección y no en la otra, a fin de aplicarla a la corriente alterna, que, como sabemos, es bidireccional.

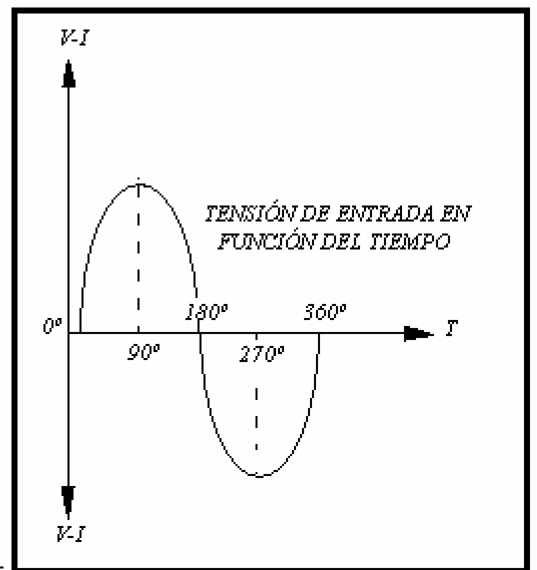
DIODO RECTIFICADOR
DE SILICIO

La rectificación puede ser demedia onda, de onda completa y tipo puente.

a) **Rectificación de ½ onda:** En la figura se muestra un circuito básico, utilizando el diodo como rectificador y las formas de onda de entrada y salida.



El transformador T1 recibe la potencia de la red y la entrega por el secu ndario aumentada o disminuida, según se trata de un transformador de subida o de bajada. Esta tensión tiene la forma de onda de la señal de entrada en función del tiempo.

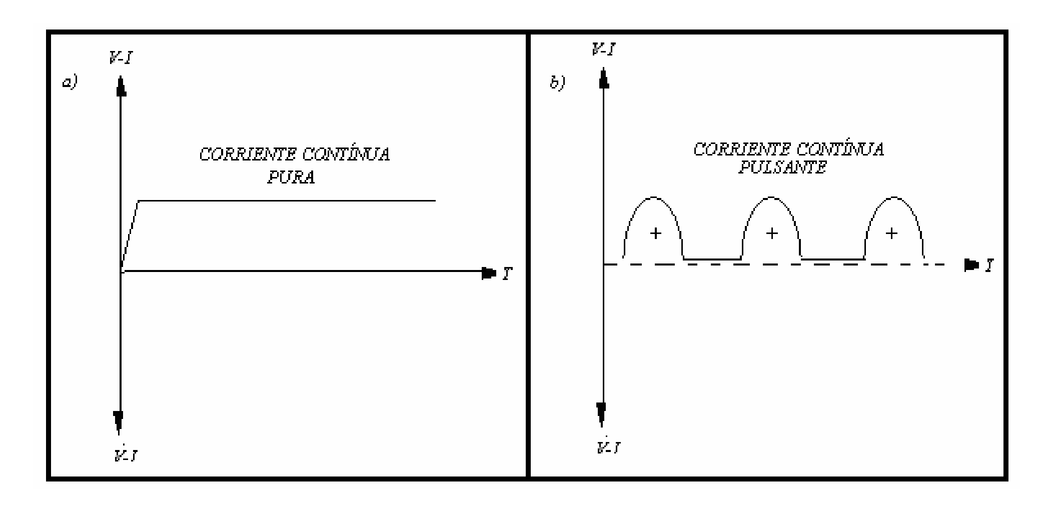


El diodo rectificador conducirá corriente cuando tenga aplicada polarización directa entre sus terminales y la corriente será cero cuando tenga aplicada polarización inversa. De esta manera el diodo conducirá solamente durante el semiciclo positivo, es decir, cuando la onda varía entre 0 y 180º, y no habrá conducción cuando la tensión aplicada sea negativa, es decir, entre 180º y 360º, ya que el diodo posee resistencia cero en una dirección e infinita en la otra.

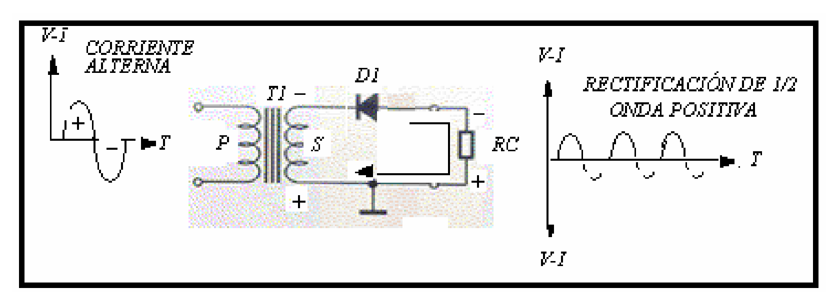
De esta manera el diodo rectificador es en realidad interruptor electrónico, que abre y cierra el circuito cuando la tensión alterna aplicada cambia de polaridad. Por la resistencia de carga Rc circulará la corriente solamente en una dirección, siendo nula en sentido contrario, tal como se indica en la figura 79.

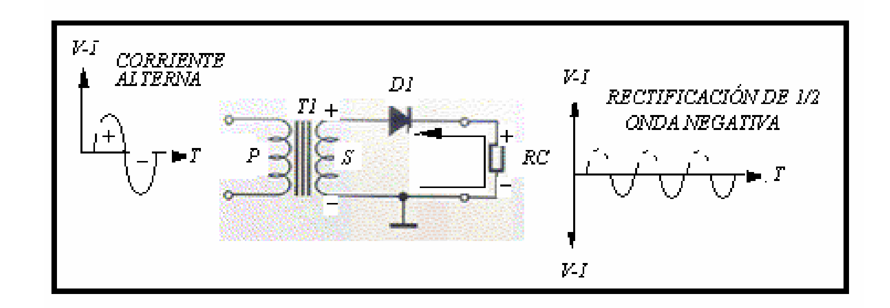


A este tipo de corriente que fluye en una dirección se denomina **“CORRIENTE CONTINUA O DIRECTA”.** Es preciso hacer notar que hay que distinguir entre la corriente continua pura, sin ondulaciones, y la corriente continua pulsante, como se denomina resultante de la rectificación.



A este tipo de rectificación se le denomina **“RECTIFICACIÓN DE MEDIA ONDA”,** pues es solamente un semiciclo de la onda o señal la que aparece a la salida, en Rc con fase positiva o negativa, dependiendo de la posición que adopte el diodo rectificador.



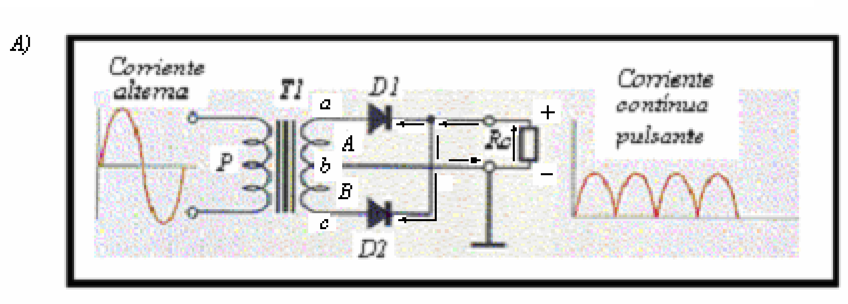


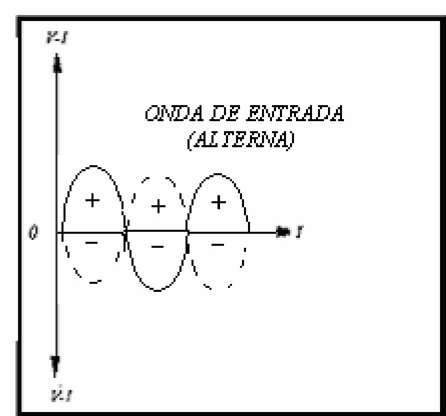
a) **<u>Rectificación de onda completa:</u>** en este caso se aprovechan los dos semiciclos de la corriente alterna.

Existen rectificadores de onda completa a doble diodo y rectificadores de onda completa tipo puente. Ambos sistemas son utilizados indistintame nte en los equipos electrónicos.

En la figura siguiente se observa el rectificador de onda completa doble, donde aparecen ambos semiciclos rectificados a través de la resistencia de carga Rc.

<u>RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA CON TRANSFORMADOR DE PUNTO MEDIO EN EL SECUNDARIO</u>





a) Rectificador de onda completa

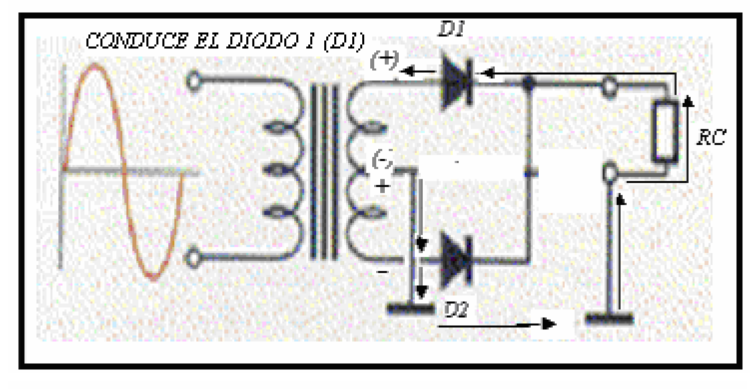
b) Onda de entrada
c) Onda de salida

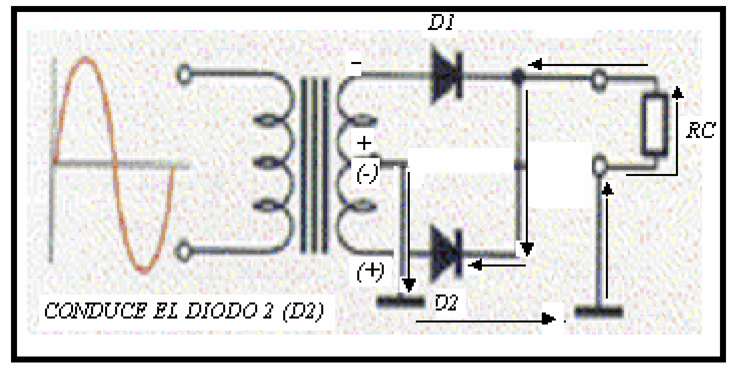
Este circuito consta de un transformador con punto medio o toma central y cada uno del devanado secundario entrega una tensión respectivamente.

Cuando en el lado A del secundario, el borne "a" es positivo respecto al "b", esta tensión polariza directamente al diodo D1. Simultáneamente, el lado B polariza inversamente al diodo D2, ya que "b" es positivo respecto a "c". Por lo tanto, con estas polaridades conduce al diodo D1 y circula la corriente denominada como I1, entrando por la parte superior de Rc, haciendo positiva la parte superior respecto a la inferior. Esto ocurre durante todo el semiciclo positivo, o sea, de 0º a 180º de la onda de corriente alterna.

Cuando la corriente alterna cambia de sentido, D2 queda polarizado directamente y D1 inversamente, luego conduce D2 y queda cortado D1. la corriente que pasa a través de D2 es I2 y la caída de tensión en Rc tiene la misma polaridad que la anterior.

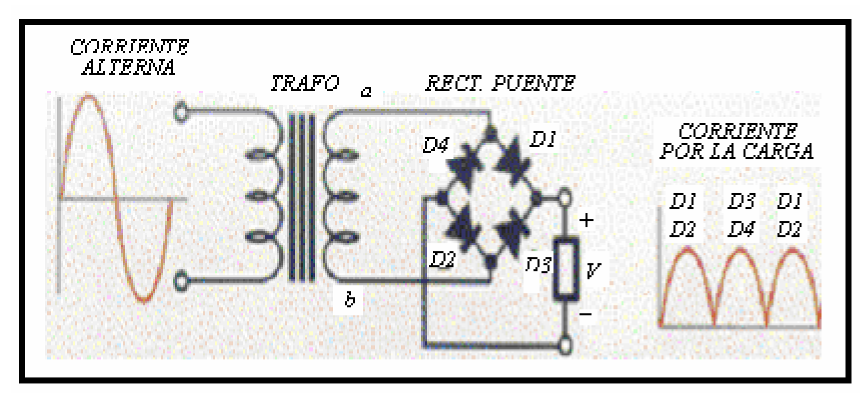
Entonces, hemos conseguido aprovechar los dos semiciclos de la corriente alterna, y ya no existen espacios vacios en la señal de corriente continua. El proceso de rectificar la corriente alterna de esta manera, se conoce como rectificación de onda completa. En la figura siguiente se puede apreciar esta onda y como van alternándose los diodos para la conducción





<u>CIRCUITO RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA TIPO PUENTE</u>

a) Rectificador de onda completa tipo puente
b) Onda de entrada
c) Onda de salida.

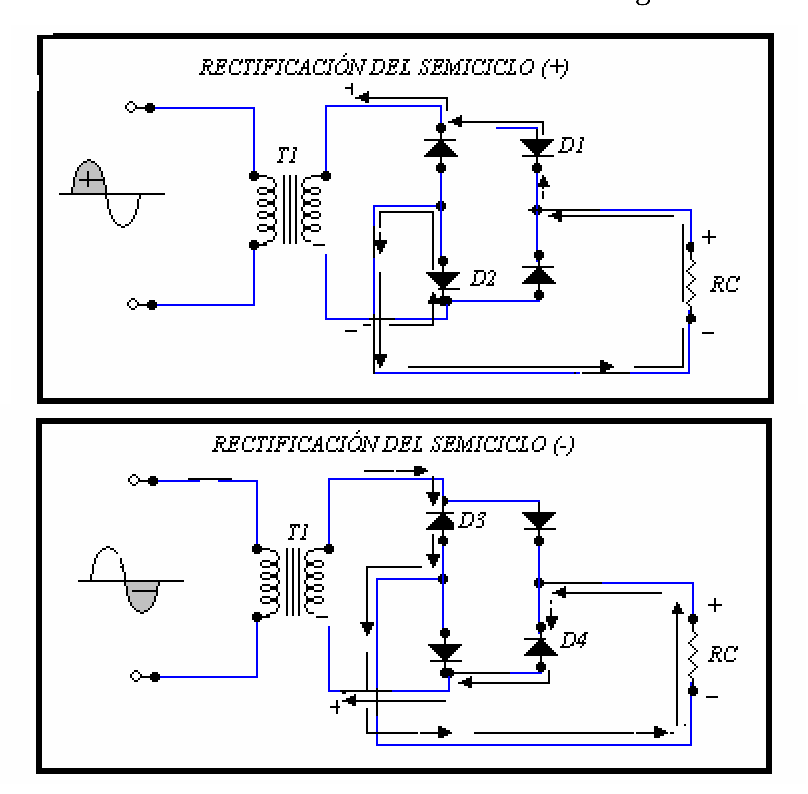


Este circuito consta de transformador, cuatro diodos en forma de cuadrilátero y la resistencia de carga Rc.

Al ser positiva la parte superior "a" del secundario del transformador, conducen los diodos D1 y D2 en serie con Rc con la polaridad indicada.

D3 y D4 quedan inversamente polarizados.

Durante el semiciclo negativo (180º a 360º), quedan polarizados directamente los diodos D3 y D4 e inversamente los diodos D1 y D2. Al conducir D3 y D4, quedan en serie con Rc y conducen en el mismo sentido anterior a través de la carga.



Las ventajas de este circuito rectificador son:

a) Respecto al transformador, este no tiene derivación central, por lo que es menos voluminoso. Además tiene menos perdida de flujo, ya que está conduciendo su secundario en forma continua, y no alternativamente un enrollado y otro, como en el caso anterior.

b) Soporta mejor las transientes debido a que existen dos diodos en serie.
c) La tensión inversa por diodo es Vm y no 2Vm como en el caso anterior.
d) Los diodos normalmente se pueden obtener en el comercio en unidades compactas, lo cual ahorra espacio.

FILTRADO DE LA CORRIENTE CONTINUA (CC)

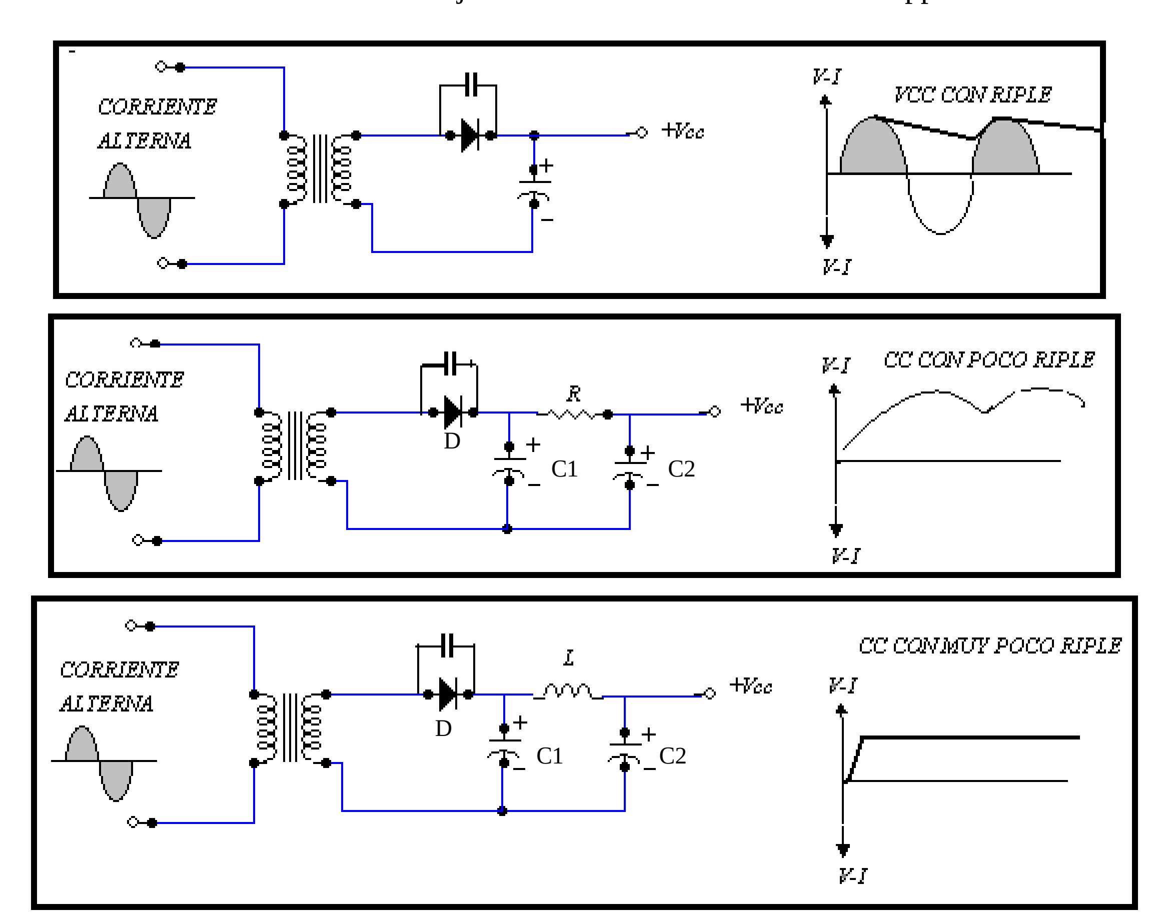
Este proceso consiste en filtrar el voltaje continuo pulsante que entregan los rectificadores de silicio (silicones), para convertirlo en un voltaje continuo lo más puro posible.

La forma más común de conseguirlo es utilizando condensadores electrolíticos (filtros) de alta capacidad, a los cuales, según el diseño de la fuente, se les completa con la acción de bobinas (choques), diodos zener, transistores, circuitos integrados, etc.

A las variaciones o fluctuaciones que pueden aparecer en el voltaje continuo de +B que entrega la fuente, se le denomina "RIPPLE" (risado), el cual de no ser atenuado suficientemente, dará origen a situaciones de zumbido, los que a su vez se manifiestan en forma de ruido de motor en los equipos de sonido y vibraciones parpadeantes en el brillo en los equipos de TV.

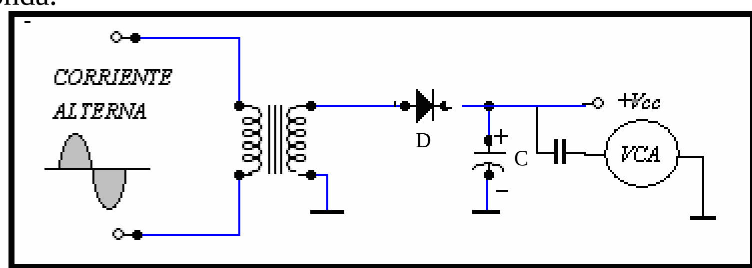
Los síntomas indicados se manifiestan generalmente cuando en las fuentes de poder se dañan los condensadores electrolíticos.

El circuito de filtro será de mejor calidad mientras menor sea el ripple.



Para la determinación práctica del ripple en un sistema dado, las mediciones de tensión y corriente de ondulación se deben hacer con instrumentos sensibles a frecuencias superiores a las normalmente utilizadas, de forma que registren la influencia de las armónicas de orden elevado.

Estas mediciones pueden hacerse utilizando un voltímetro. En serie con el aparato debe intercalarse un condensador a fin de bloquear la componente de la tensión continua. Ya que este condensador se carga al valor medio de la tensión, solo serán medidas las componentes variables de la onda.



Es conveniente que los choques y los condensadores sean de alto valor para que puedan purificar los voltajes continuos pulsantes que entregan los diodos.

También es común, dentro de la fuente de alimentación, que cuando se agregan filtros en el +B, tienda a aumentar la corriente de pico inverso a través de los diodos rectificadores de silicio, colocándolos en peligro de destruirse. Para evitar estas corrientes que circulan por los diodos, se intercalan condensadores de cierto valor en paralelo con los diodos de silicios.

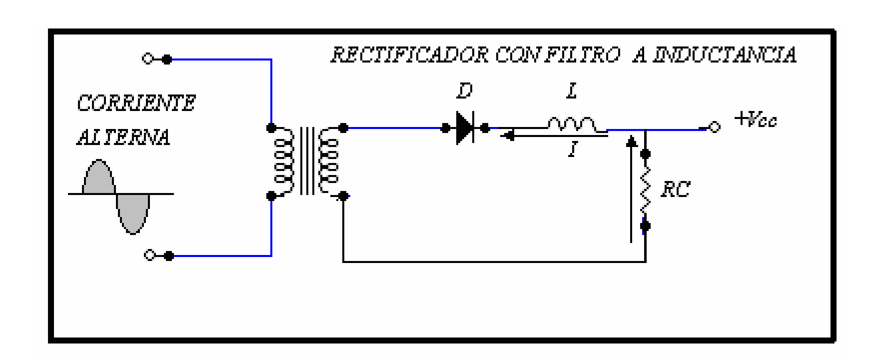
A continuación se detallan los distintos filtros para rectificadores:

a) Filtro por inductancia
b) Filtro por capacidad
c) Filtro en sección L
d) Filtro en sección II

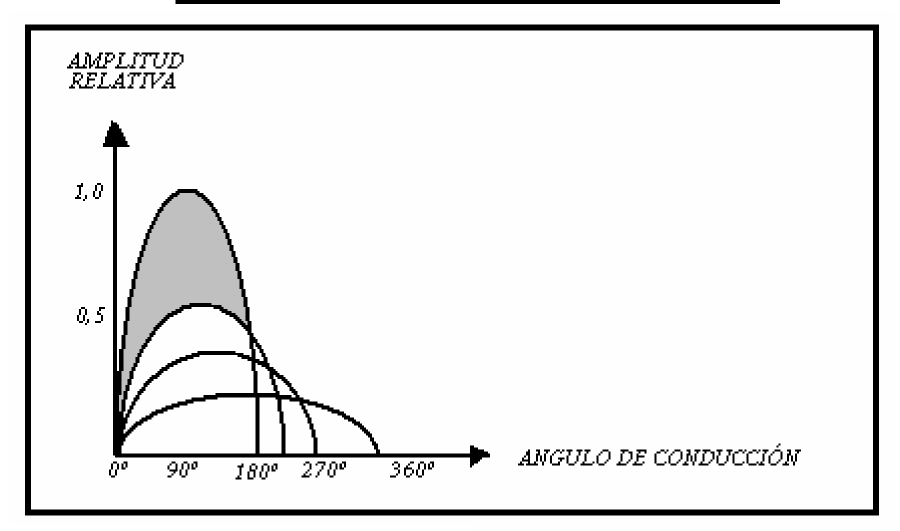
1) **FILTRO POR INDUCTANCIA:** El funcionamiento de los filtros por inductancia se basa en la propiedad fundamental de las bobinas de inducción de oponerse a cualquier variación de la intensidad que pueda producirse en el circuito.

Por dicha propiedad, cualquier variación brusca que pueda presentarse quedará atenuada intercalando una bobina de inductancia o amortiguación en serie con el diodo rectificador y la resistencia de carga Rc como se indica en la figura.

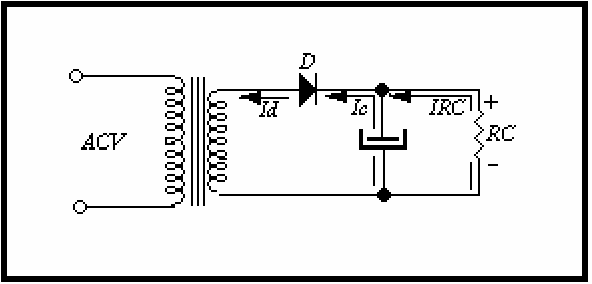
Durante el período de conducción, la bobina almacena energía en forma de campo magnético, energía que luego devuelve al circuito cuando la conducción normal ha terminado, prolongándose la conducción hasta un ángulo mayor de 180º al devolver la energía almacenada. Este efecto lo podemos visualizar en la figura 89, en donde se aprecia que el ángulo de conducción se prolonga si aumentamos L, aunque la amplitud disminuye.



ANGULO DE CONDUCCION PARA DISTINTOS VALORES DE INDUCTANCIA (Rc se mantiene constante)



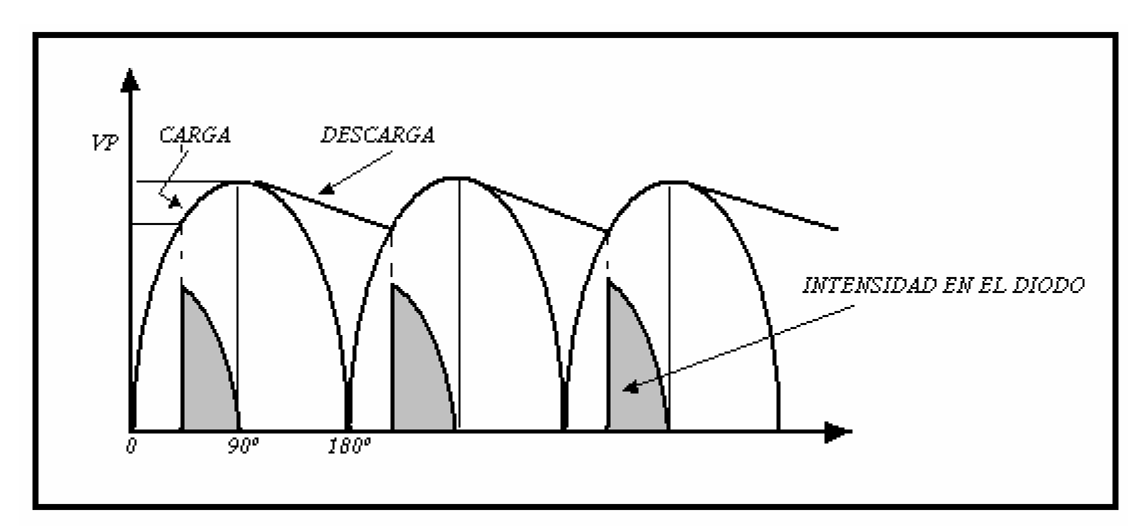
2) **FILTRO POR CAPACIDAD:** Este método es el más sencillo de realizar, pues consiste en colocar un condensador en paralelo con la carga, como se muestra en la figura siguiente.



El condensador acumulará energía durante el período de conducción y cederá esta energía durante el período de no conducción, a fin de mantener la corriente por la carga, y de este modo prolongar el tiempo durante el cual pasa corriente a través de la carga.

En la figura puede apreciarse el efecto obtenido al colocar el condensador en un circuito rectificador de media onda.

EFECTO DE UN CONDENSADOR EN EL CIRCUITO RECTIFICADOR



En primer lugar se observa que después que ha cesado la conducción en el diodo, el condensador que se había cargado en se período, se descarga a través de Rc, manteniendo de esta manera la conducción a través de la carga.

Cabe hacer notar también, que el diodo no conduce durante todo el semiciclo positivo, pues la tensión aplicada debe ser mayor que la tensión residual por el condensador para iniciar la conducción del diodo, la cual se mantiene hasta que nuevamente la tensión cae por debajo de la tensión en la capacidad, lo que ocurre antes de que se completen los 180º.

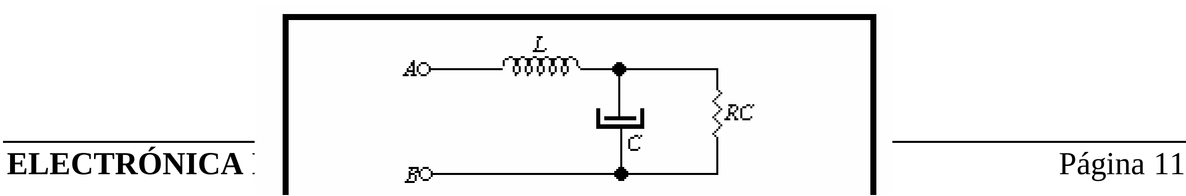
De este modo se observa que la conducción por el diodo es más breve, y la corriente que circula, por lo tanto, es mucho más elevada, pues en tan corto tiempo debe reponer la energía gastada por el condensador, y además, alimentar la carga. Se recomienda como práctica, colocar un diodo que resista al menos cuatro veces la corriente nominal por Rc. Además, si Rc = cero, durante el período de no conducción, la tensión inversa por el diodo será el doble de la tensión máxima aplicada, por lo que la especificación debe tomar en cuenta este detalle.

3) **FILTRO EN SECCION L:** los dos tipos de filtros estudiados anteriormente pueden combinarse formando u solo filtro de sección en L.

Este filtro reúne la característica de menor ondulación a mayor corriente, propia de la inductancia serie, y la característica opuesta de la capacidad en paralelo, osea, menor ondulación a menor corriente por Rc. Es decir, este filtro reúne las características combinadas de los tipos de filtro vistos anteriormente.

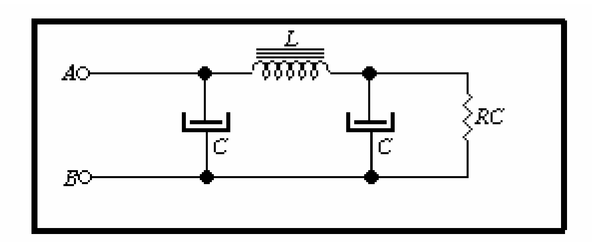
Sabemos que puesto que el proceso no es lineal, la onda residual contendrá armónicas de la onda fundamental, y la bobina de inducción se opone a estos armónicos. En cambio el condensador ofrece una derivación de baja resistencia a estos armónicos.

La corriente resultante en la carga es mucho más uniforme que con cualquiera de los filtros con L o con C solamente.

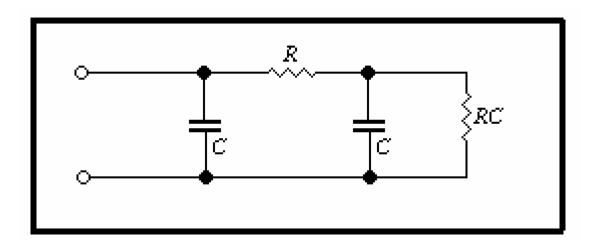


4) **FILTRO EN SECCION PI:**

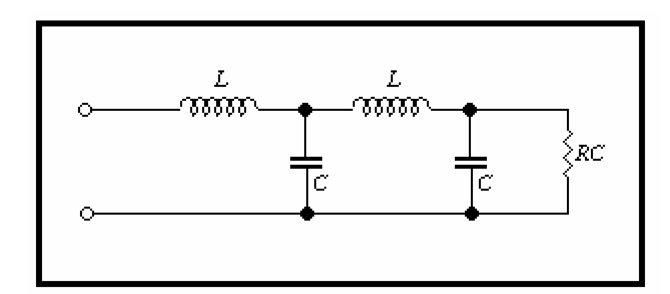
a) Filtro L-C en sección PI :



b)Filtro R-C en sección PI :



5) **FILTRO EN DOBLE L:**



Todos estos filtros tiene un factor de ondulación muy bajo.

Las fuentes de alimentación requieren en ciertas ocasiones que la tensión se mantenga fija e independiente de la magnitud de corriente que se suministre. Aún cuando la regulación del filtro con bobina de entrada es muy buena, la tensión de salida di sminuye al aumentar la intensidad de la corriente incluso en este circuito a causa de las caídas óhmicas en la resistencia del devanado del transformador y en los diodos rectificadores.

También contribuyen a las variaciones de la tensión de salida, las var iaciones de la tensión de la línea.

Para mantener constante la tensión de salida, se conectan en la fuente de alimentación DISPOSITIVOS REGULADORES DE TENSIÓN, a base de diodos zener, transistores o circuitos integrados.

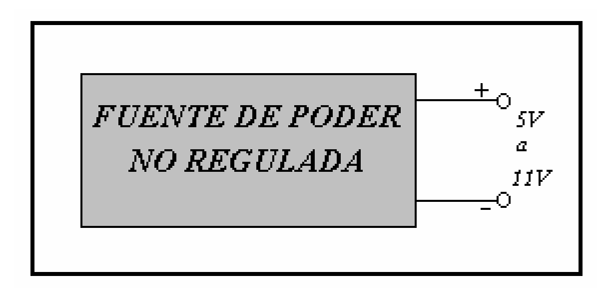
REGULACIÓN DEL VOLTAJE

En las paginas anteriores nos toco analizar el cómo una fuente de poder puede rebajar los 220 (V) alternos de la red en un voltaje alterno menor, rectificarlos, es decir, convertirlos en un voltaje continuo pulsante y luego filtrarlos, es decir, convertirlos en un voltaje continuo lineal. Este voltaje continuo puede tener muchas aplicaciones donde no se necesite demaciada precisión, pero en la electrónica actual, donde se usan principalmente los circuitos integrados, se requieren voltajes continuos exactos y bien reg ulados, es decir, que no varíen aunque el voltaje de entrada de CA sufra alteraciones.

Es importante destacar, que los circuitos integrados digitales TTL, requieren 5Vcc más o menos 1%. Si por algún motivo, éstos reciben más de 5 volts, se pueden quemar. L o mismo para circuitos integrados CMOS, circuitos integrados lineales, microprocesadores, memorias, etc., los cuales requieren voltajes continuos precisos y regulados.

En el estudio sobre la regulación de voltaje, veremos primero por qué las fuentes sin regulador, producen voltajes de CC inestables, es decir, sin un valor fijo.

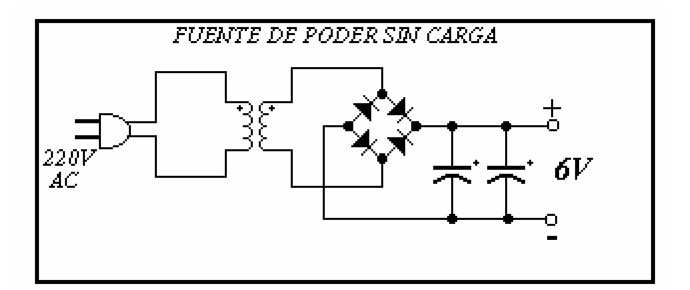
FUENTE DE PODER NO REGULADA.-



Debido a algunos factores que veremos a continuación, una fuente de 6V sin regular (ver figura anterior), puede producir desde 5 hasta 11V en condiciones normales. Esto sería inaceptable para alimentar circuitos integrados TTL que requieren 5V. Veamos ahora por qué una fuente de poder sin regular produce ese rango de voltajes.

VARIACIONES EN UNA FUENTE DE PO DER.

En la figura siguiente vemos el diagrama típico de una fuente de poder.



En este caso, la fuente de poder entrega 6 volt continuos aproximadamente.

El voltaje de salida puede variar considerablemente, dependiendo de varios factores que son:

a) Las variaciones en el voltaje de CA de entrada al transformador.
b) Las variaciones en la carga conectada a la fuente.

VARIACIONES DEL VOLTAJE DE ENTRADA. -

El transformador de potencia o de entrada está diseñado para que entregue un determinado voltaje en el secundario con un cierto voltaje de entrada. Si aumenta el voltaje en el primario, aumentá el voltaje en el secundario y por lo tanto aumenta el voltaje de salida rectificado o de corriente contínua. Si disminuye el voltaje de entrada, ocurre e l proceso contrario.

VARIACIONES EN LA CARGA. -

Otro factor que afecta la salida de una fuente de poder no regulada, es la variación en la corriente que necesita la carga.

Por ejemplo, si tenemos una radio conectada a una fuente no regulada y le aumentamos el volumen, su circuito exigirá más corriente y el voltaje de salida disminuirá 1 ó 2 volts.

Todos los circuitos electrónicos consumen una corriente variable según el proceso que estén realizando y según el número de componentes que tengan, como transisto res, circuitos integrados, etc.

Esta disminución en el voltaje de la fuente se debe a dos factores:

a) Los transformadores rebajan su voltaje de salida cuando aumenta la corriente exigida al secundario, debido a la caída de voltaje producida por la resistenc ia de sus bobinas y a la incapacidad de transformar más potencia de aquella para la cual fué fabricado.

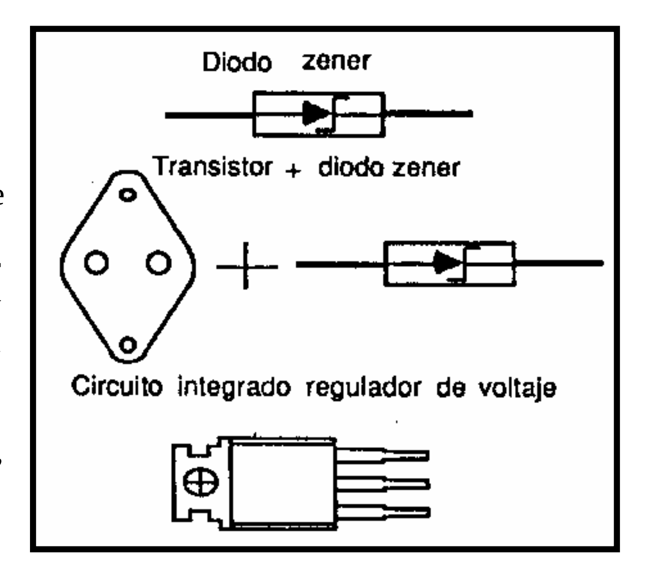
b) La caída de voltaje que ocurre en los diodos y que aumenta a medida que aumenta la corriente que circula por ellos. Esta caída de voltaje puede ser de varios volts. Por lo tanto, a medida que aumenta la corriente de carga, disminuye el voltaje de salida de una fuente de poder no regulada.

Una vez más, este fenómeno afectaría un circuito complejo en donde hay muchos circuitos integrados delicados y otros componentes.

CIRCUITOS REGULADORES DE VOLTAJE

Para evitar las variaciones de voltaje, se debe agregar a las fuentes no reguladas, un circuito adicional que regule el voltaje de salida de CC aunque haya variaciones de voltaje en la entrada de CC que viene de los rectificadores y filtros.

Estos circuitos reguladores pueden ser muy simples utilizando diodos zener y resistencias, un poco más complejos: con transistores, diodos zener y resistencias o con circuitos integrados llamados reguladores de voltaje de tres terminales, tal como lo muestra la a la derecha.

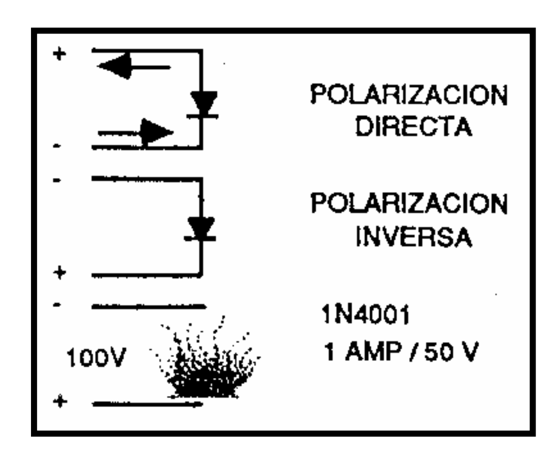


Este tipo de circuitos reciben el nombre de **fuentes reguladoras lineales**.

Existe otro tipo de circuitos para regular el voltaje que se llaman **fuentes de conmutación o swicheo**.

La aplicación o utilización de uno de estos circuitos depende de la corriente que necesitemos en la carga, de la estabilidad que se necesite y de la precisión en el voltaje de salida.

EL DIODO ZENER.-

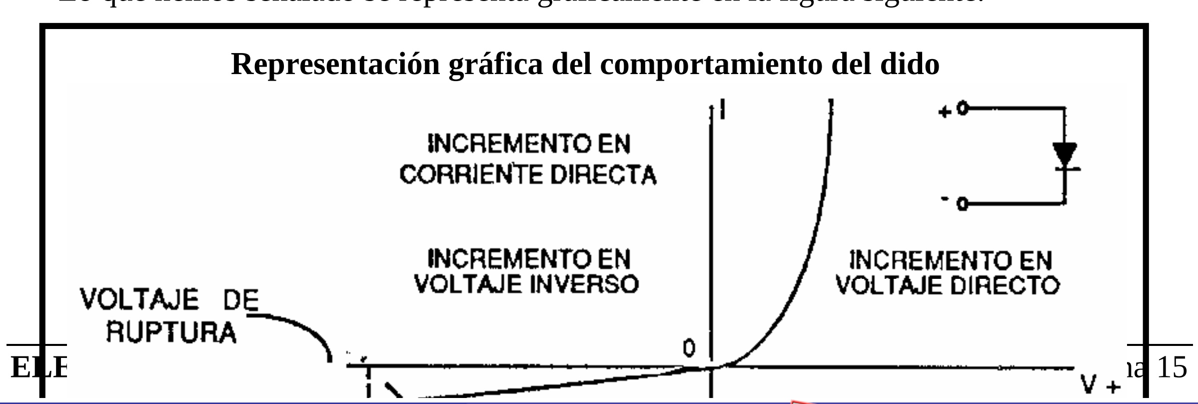


Para estudiar mejor que es un diodo zener, vamos a repasar las características de un diodo común (ver figura a la izquierda).

Cuando se polariza el ánodo positivo y el cátodo negativo, el diodo conduce. Cuando se polariza inverso, el ánodo negativo y el cátodo positivo, el diodo no conduce.

En polarización inversa, si se aplica un voltaje mayor que el que puede soportar, lo más probable es que el diodo se averíe definitivamente.

Lo que hemos señalado se representa gráficamente en la figura siguiente.

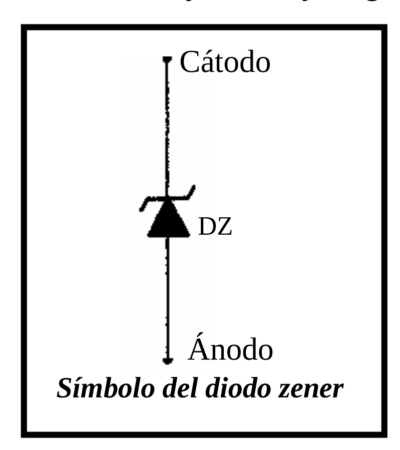


Fijese en los siguientes puntos: cuando el voltaje directo aumenta, la corriente directa aumenta y el diodo conduce; sólo habrá una corriente muy débil llamada corriente de fuga y que no se tiene en cuenta.

Cuando el voltaje inverso sigue aumentando, llega un momento en que el diodo se vence y conduce rápidamente. En pocos segundos esta corriente será suficiente para destruir el diodo. El valor de ese voltaje recibe el nombre de **voltaje de ruptura**.

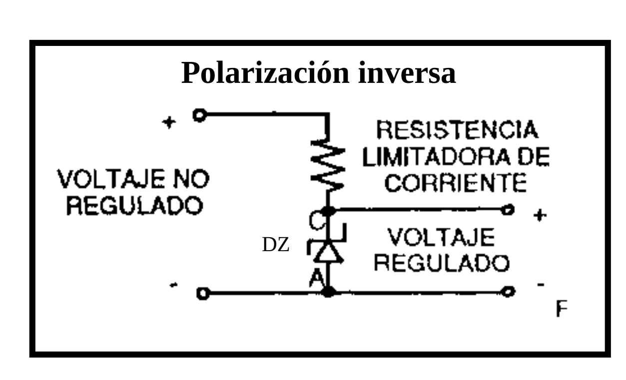
El diodo zener, es un tipo especial de diodo que está fabricado especialmente para utilizar este **voltaje de ruptura**, como elemento útil para su funcionamiento.

El diodo zener se conecta en el circuito con polaridad inversa, esto es, el voltaje positivo al cátodo y el voltaje negativo al ánodo (ver figura siguiente).



Símbolo del diodo zener

Polarización inversa



Note que debe existir siempre una resistencia en serie con el diodo zener. El objetivo de esta resistencia es limitar la corriente que circula por él, con el fin de evitar su destrucción cuando aumente el voltaje de entrada no regulado.

El valor óhmico de esta resistencia depende del voltaje de entrada no regulado y del voltaje del diodo zener.

En la figura siguiente podemos observar varios ejemplos de circuitos reguladores de voltaje con diodo zener.

Reguladores con zener



Los diodos zener se fabrican para un voltaje determinado, por ejemplo, 5V , 9V, etc.

a)Regulador de voltaje con diodo zener. -

Tomando como ejemplo el diodo zener de 5V, se puede resumir su funcionamiento así:

Mientras que el voltaje sin regular que le llegue sea menor a 5V, éste no conduce. Cuando el voltaje sin regular pasa de 5V el diodo zener entra en avalancha y conduce. Sin embargo, en vez de destruirse, él continúa conduciendo la corriente y el voltaje en sus terminales será siempre de 5V. Así, la carga conectada después del diodo zener nunca recibirá un voltaje mayor de 5V, aunque la fuente entregue antes del diodo zener un voltaje sin regular.

Los circuitos reguladores con zener funcionan muy bien cuando la carga no es muy grande, del orden de 100 a 200 mA, y cuando el voltaje de entrada no tiene grandes variaciones.

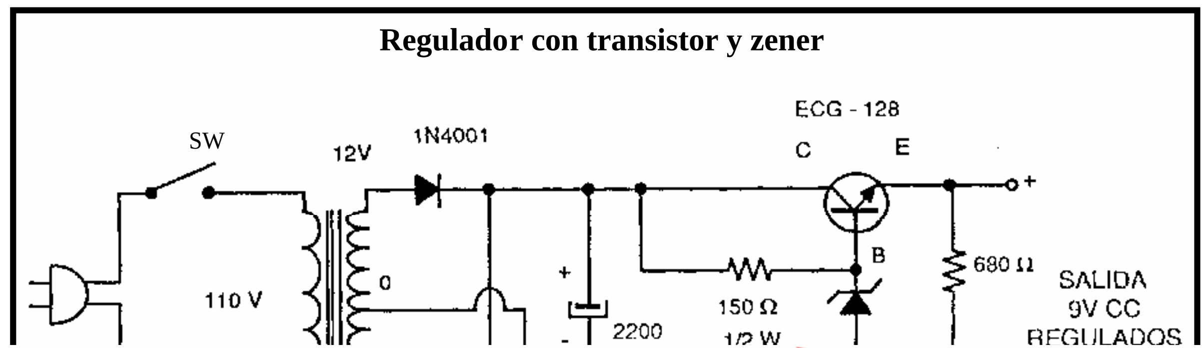
Para cargas mayores, se recomiendan los circuitos con uno o varios transistores y diodo zener o los circuitos integrados reguladores de voltaje.

b)Regulador de voltaje con transistor y diodo zener. -

Cuando la corriente de la carga es mayor, se debe utilizar un transistor en serie con la carga para regular el voltaje. A este transistor van conectados un diodo zener y una resistencia con el fin de establecer el voltaje de salida.

En la figura siguiente se muestra el circuito básico regulador de voltaje con tr ansistor y zener.

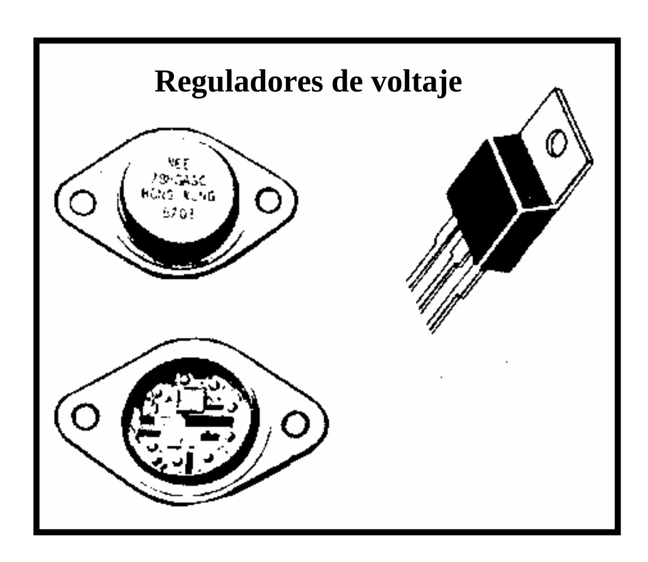
Regulador con transistor y zener



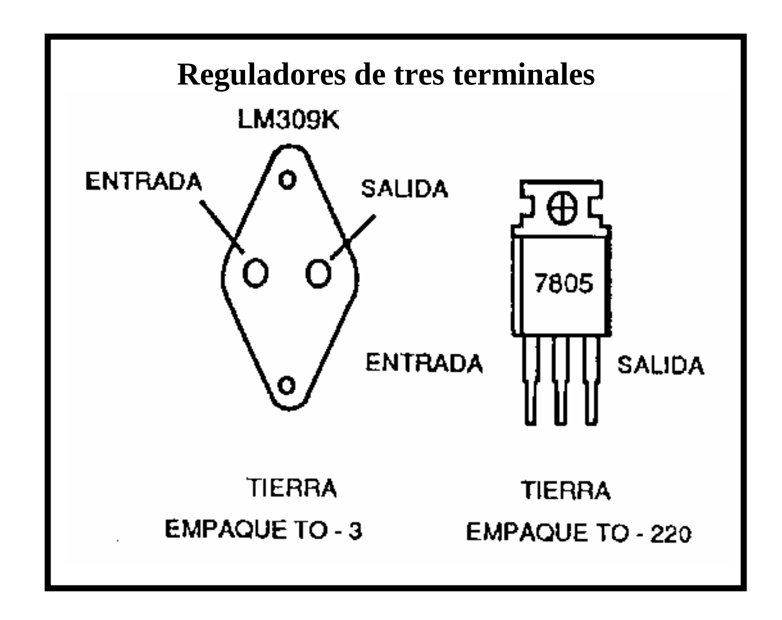
Este tipo de circuito puede manejar corrientes más grandes que el circuito con zener y también soporta mayores variaciones del voltaje de entrada.

c)Reguladores fijos de tres terminales.-

El método más eficiente y fácil de usar actualmente es el de los circuitos integrados reguladores de voltaje de tres terminales. En estos circuitos integrados se han agrupado una gran cantidad de componentes como transistores, diodos y resistencias, para formar un circuito regulador de voltaje muy completo. Estos reguladores de voltaje se fabrican con salida fija para un determinado valor en volts, como por ejemplo: 5V, 12V, 18V, 24V, etc. y pueden ser **positivos** o **negativos**.


Reguladores de voltaje

Además de su voltaje tienen otra característica que es la corriente en amperes o miliamperes que pueden regular y vienen en valores de 100 mA, 500 mA, 1A, 3A, 5A y 10A entre otros. Su aspecto físico lo podemos apreciar tanto en la figura anterior como en la siguiente:

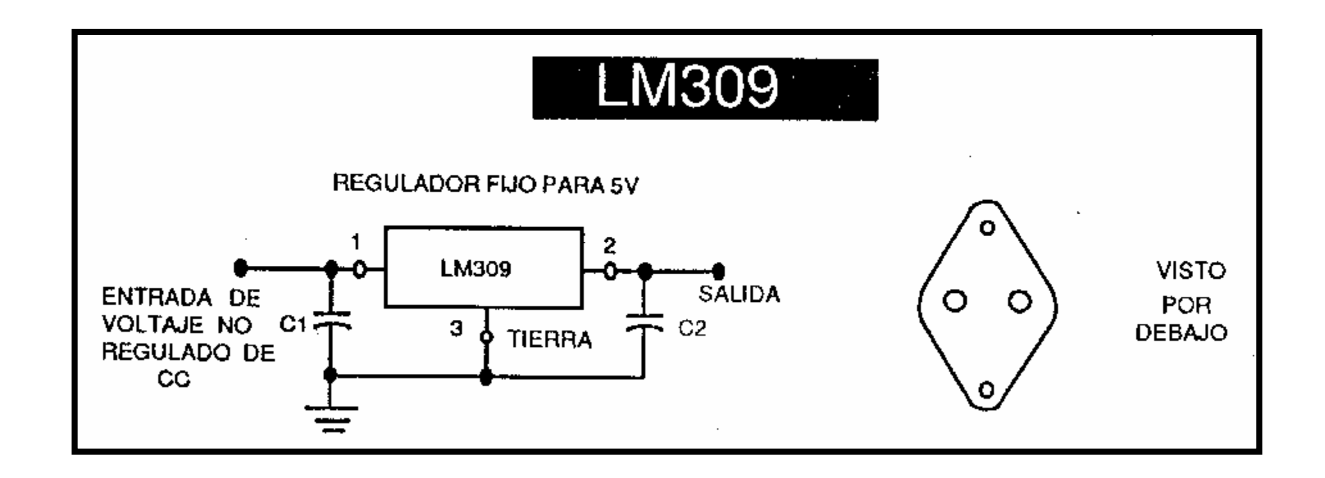


Estos reguladores se deben montar sobre un disipador térmico de aluminio, ya que ellos solos no soportan la temperatura que producen y pueden quemarse fácilmente cuando le aplicamos una carga de muy alto consumo.

Casi todos los reguladores integrados, tienen una capacidad de protección automática contra la alta temperatura que los bloquea cuando se alcanza un alto valor de ésta.

Su conexión es muy fácil ya que no tiene sino tres terminales: la entrada, la salida y tierra.

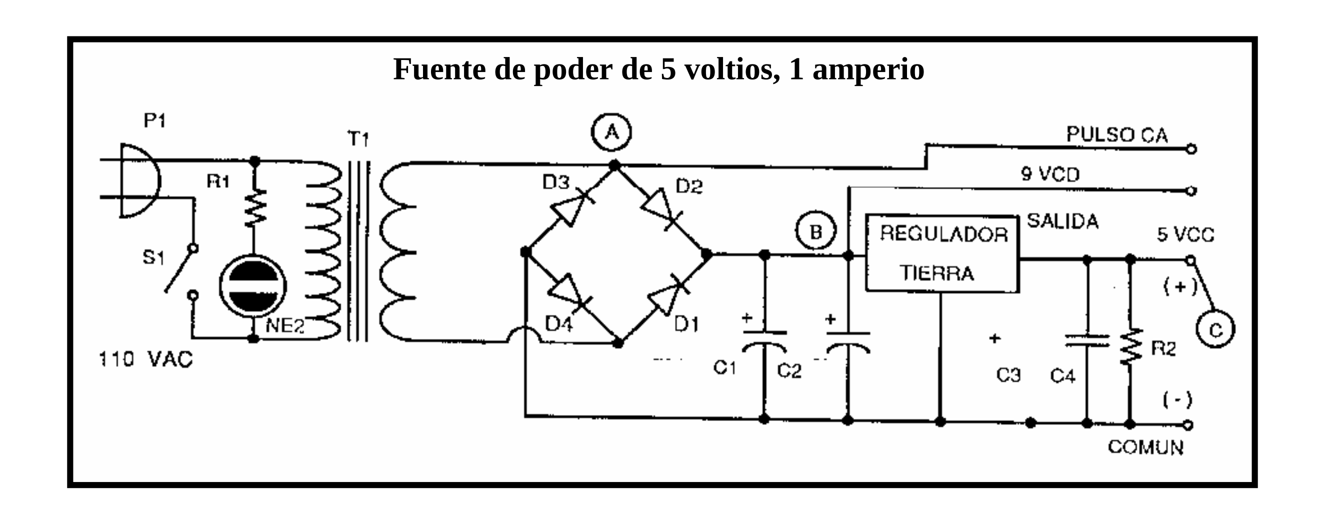
Todo lo que debe hacer es: conseguir el regulador de voltaje que desea, conectarle un voltaje no regulado mayor de unos 4 o 5V en comparación con el voltaje deseado en la salida, la tierra del regulador se debe conectar al negativo de la fuente sin regular y así se obtiene un voltaje regulado a la salida (ver figura siguiente).



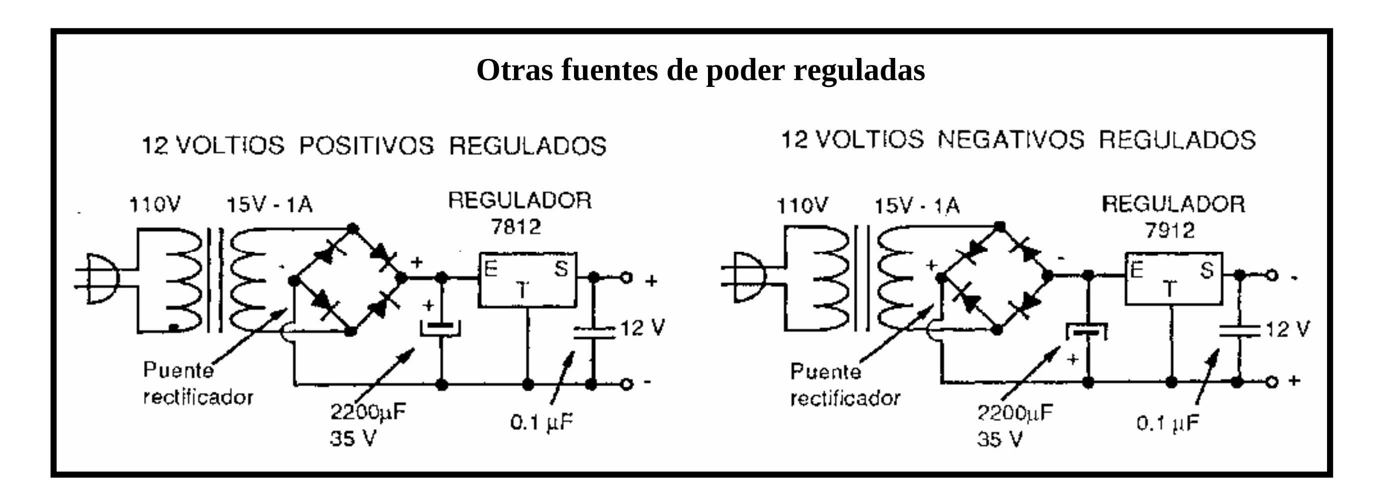
Existen reguladores integrados variables, con los que se pueden armar fuentes de voltaje de CC variables, que son muy útiles para los experimentados en la electrónica.

El principal fabricante de circuitos integrados reguladores de voltaje, es la firma National Semiconductor de Estados Unidos.

Fuente de poder de 5 voltios, 1 amperio



Otras fuentes de poder reguladas



REGULADORES POSITIVOS Y REGULADORES NEGATIVOS. -

Por su gran difusión, nos referiremos a las series 78XX y 79XX, correspondiendo la primera a tensiones positivas y la segunda a tensiones negativas.

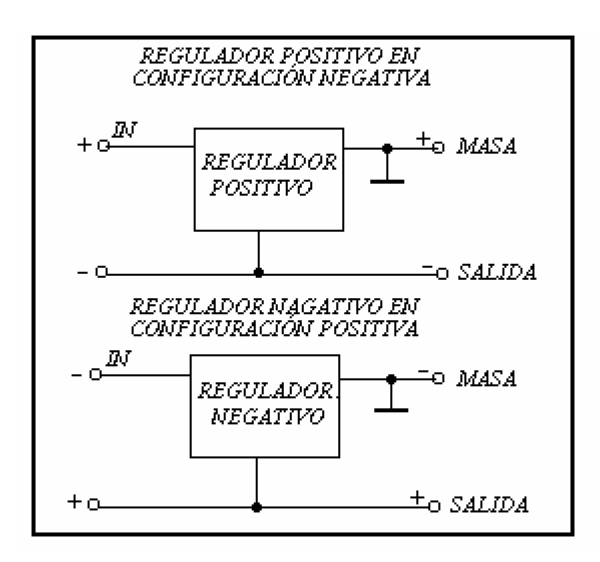
En principio las “XX” no representan otra cosa que las tensiones de salida, las que fueron normalizadas en 5, 6, 8, 12, 14, 18 y 24V.

Por ejemplo, un circuito integrado indicado como 7812, entregará a su salida 12V. Otro señalado como 7815 entregará a su salida 15V.

Naturalmente que la tensión de entrada debe ser superior a la que el dispositivo puede entregar a su salida. En general, el voltaje de entrada requerido para mantener la regulación debe ser, por lo menos, 4 o 5V más alto que la tensión deseada a la salida.

En lo que se refiere a la denominación “regulador positivo” o “regulador negativo”, se relaciona con la referencia de masa que se adopte. En la figura anterior se muestran dos esquemas de conexionado para reguladores positivos y negativos respectivamente.

En los sistemas que trabajan con fuente de alimentación única, se pueden intercambiar los reguladores positivo y negativo, siempre que se independice a la fuente del circuito que se desea alimentar. Esto se muestra en la figura siguiente.



ENCAPSULADO DE LOS REGULADORES. -

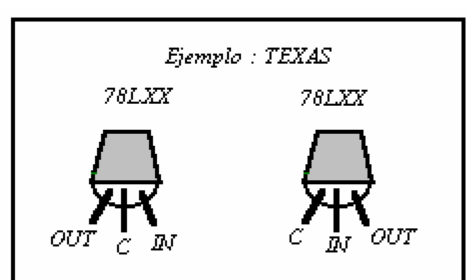
Los reguladores de voltaje son encapsulados en distintas formas, respondiendo a la potencia que deben disipar. Bajo este aspecto, la tabla siguiente es suficientemente ilustrativa. Tenga presente que las flechas blancas señalan el terminal de entrada y las flechas negras el terminal de salida. Por otro lado, también se señala la conexión eléctrica de uno de los terminales con el disipador metálico, a los efectos de utilizar aisladores de mica si fuese necesario.

Reguladores de Tensión

T0 220	7805 7806 7812 7815 7818 7824 Iout - 1A	T0 220	7905 7906 7908 7912 7915 7918 7924 Iout = _ 1A
T0 39 TO202	78M05 78M06 78M06 78M12 78M15 78M18 78M24 TO 39 Iout 500 mA	T0 39 TO202	79M05 79M06 79M08 79M12 79M15 79M18 79M24 Iout _ 500 mA
T0 92	78L05 78L06 78L08 78L12 78L15 78L18 78L24 TO 92 Iout - 100 mA	T0 92	79L05 7906 7908 79L12 79L15 79L18 79L24 Iout - _ 100 mA

Podrá observarse que la posición de los terminales no es igual para las familias 78XX y 79XX, condición que debe tomarse en cuenta para evitar la destrucción del integrado por conexionado incorrecto.

Por otro lado, ante la menor duda debe consultarse a un manual, porque se dan casos en que los CI, fabricados por la misma marca, llevan conexionado distinto en diferentes países.



TENSIONES DE ENTRADA ADMISIBLES.-

Si bien pueden encontrarse ligeras variantes entre diferentes marcas, señalamos a continuación las tensiones de entrada mínimas y máximas necesarias para el buen funcionamiento del regulador.

7805	8V	35V	7905	8V	35V
7806	9V	35V	7906	9V	35V
7808	11V	35V	7908	11V	35V
7812	15V	35V	7912	15V	35V
7815	18V	35V	7915	18V	35V
7817	21V	35V	7918	21V	35V
7824	27V	40V	7924	27V	40V

d)Reguladores de tres terminales de tensión variable. -

Hemos visto que la tensión de salida de los CI reguladores 78XX y 79XX puede variarse dentro de ciertos límites, modificando la potencia del terminal común. Si bien esto no representa una ventaja, uno de los inconvenientes del sistema es la disminución de la regulación, debido a que los reguladores vistos fueron diseñados en realidad para entregar a su salida una tensión fija.

Por ese motivo, cuando se necesita variar la tensión de salida dentro de una gama bastante amplia, es conveniente utilizar ciertos circuitos integrados diseñados especialmente para tal fin.

En el caso del regulador LM317, quien puede proveer comodamente 1,5 amperes dentro de un rango comprendido entre 1,2 a 37 volt. Se trata de un dispositivo de fácil aplicación ya que requiere básicamente dos resistores para fijar la tensión de salida. Además, la tensión de salida, se mantiene sumamente estable frente a las variaciones de entrada, como así también de la carga.

Agreguemos que el encapsulado de estos reguladores variables es similar al de los transistores de mediana potencia, lo que facilita su conexionado en circuitos impresos.

Se suman otras ventajas, tales como proteccion para cortocircuitos en la carga y exceso de temperatura en el integrado.

Estos reguladores no necesitan condensador en su terminal de entrada, salvo que la fuente de poder se encuentre alejada del regulador, en ese caso, se debe colocar un condensador de desacoplo en el pin de entrada del integrado.

Es aconsejable también conectar un condensador en el terminal de salida para mejorar la respuesta a transitorios, como así también disponer en el terminal de ajuste otro condensador para conseguir un excelente rechazo al ripple, del orden de 10.000 veces.

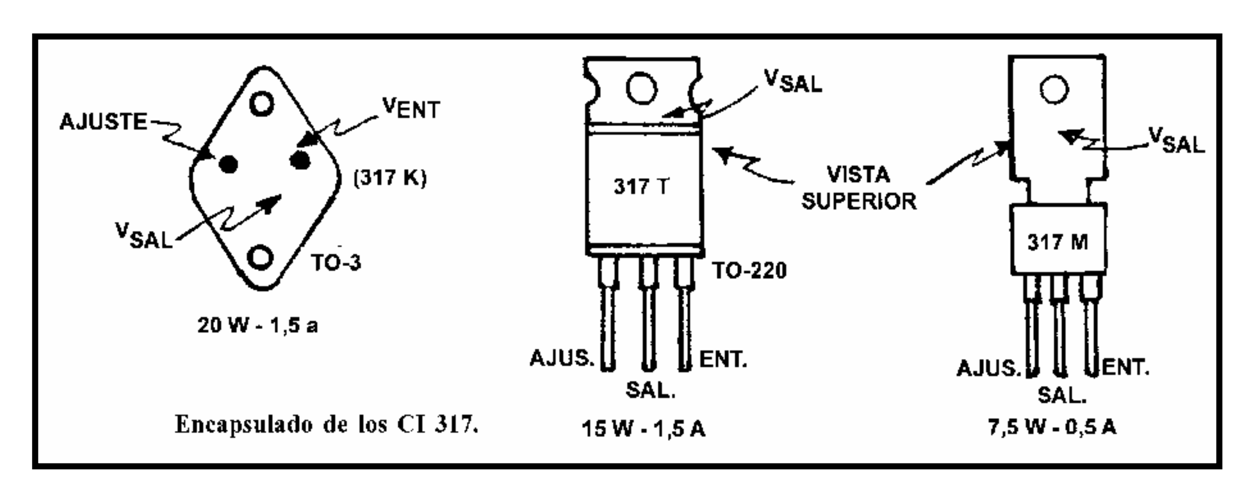
Además, el sistema de protección de sobrecarga continúa actuando aún cuando el terminal de ajuste quede desconectado.

A continuación señalamos las características más important es:

1. Salida ajustable desde 1,2v.
2. Corriente de salida hasta 1,5 amperes.
3. Regulación de línea típica 0,01 %V.
4. Regulación de carga típica 0,1%.
5. Limitación interna de exceso de corriente.
6. Limitación interna de exceso de temperatura.
7. Encapsulado similar al de los transistores de mediana potencia.
8. Rechazo al ripple del orden de 10.000 veces.

APLICACIÓN TÍPICA DEL REGULADOR LM317. -

Los reguladores identificados como LM317 se comercializan en varias versiones que se diferencian por su capacidad de disipación y la corriente que pueden entregar a la carga. Al respecto, la figura siguiente contiene los detalles y la forma de los encapsulados correspondientes.



Encapsulado de los CI 317.

En funcionamiento normal, la tensión de salida de este integrado es igual a la tensión del terminal de ajuste más 1,2v. Esto indica que si conectamos el terminal de ajuste a masa, el regulador funciona como una fuente de tensión de referencia de 1,2v.

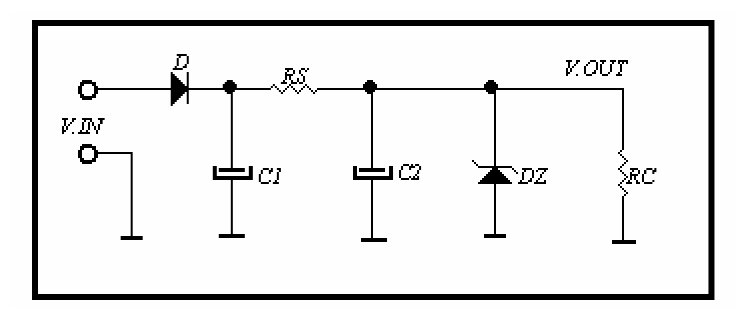
Aclaramos que la corriente entregada por el terminal de ajuste es apenas de 50 μA.

En la figura siguiente se muestra una aplicación típica del regulador LM317T, dispuesto como regulador variable de salida positiva.

Como regla general, los manuales indican que la tensión de salida puede extenderse desde 1,25v a 30v.

FUENTES CONTROLADORAS O REGULADORAS

1) **Fuente de regulación paralela o shunt:** son fuentes en que el elemento regulador esta en paralelo con la carga, provocando una división de corriente, de tal forma que la carga no reciba toda la corriente asociada a la tensión regulada. Un ejemplo didáctico es la fuente de la figura siguiente.



VENTAJAS:

A) Simplicidad y bajo costo
B) No necesitan filtros L-C

DESVENTAJAS:

a) Bajísima eficiencia.
b) Solamente regula pequeñas potencias
c) Únicamente posible como fuente DC/DC (entrada DC y salida DC), donde la tensión de salida regulada es menor que la tensión de entrada.

Supongamos por ejemplo que la fuente de alimentación entrega una tensión constante de 6 volts, entonces utilizamos un diodo zener para 6 volts, o el valor que más se aproxime.

Funcionamiento.-

Cuando la tensión de la fuente de alimentación aumenta, por reducirse el consumo del equipo, entonces la corriente a través de la carga aumenta.

En estas condiciones la resistencia del diodo zener disminuirá y la corriente por el diodo zener aumentará más proporcionalmente. Como resultado de esto ocurrirá una mayor caída de tensión en Rs y el voltaje a la salida del diodo zener será cercano al vapor original.

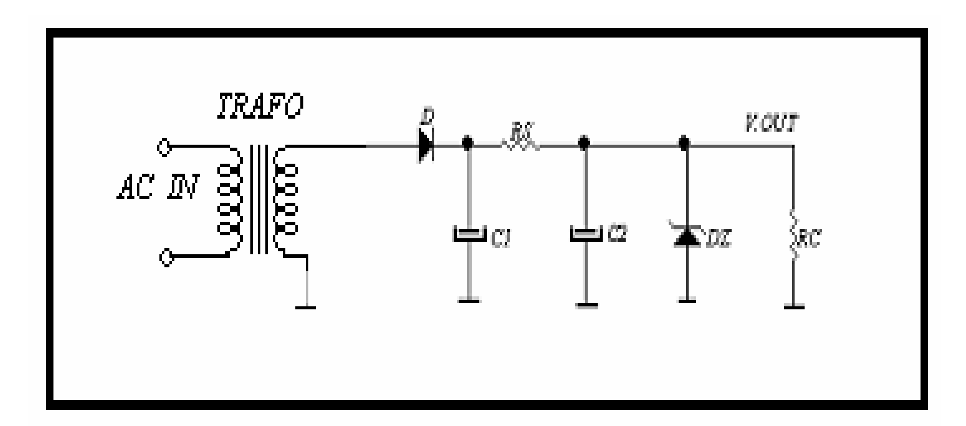
De esta manera un regulador zener puede mantener el potencial de salida con variaciones en un rango de varios volts.

Cuando la tensión de salida de la fuente de alimentación disminuya por aumentar el consumo, la resistencia del diodo zener aumentará y la corriente a través de él disminuirá en la proporción adecuada para mantener el valor resultante inalterable.

Esto provocará una menor caída de tensión en la resistencia R5, con lo que se mantiene constante el voltaje de salida.

El diodo zener se coloca en la fuente de alimentación, en la parte de +B.

Para mantener el voltaje estable, el diodo zener se comporta como una resistencia variable.



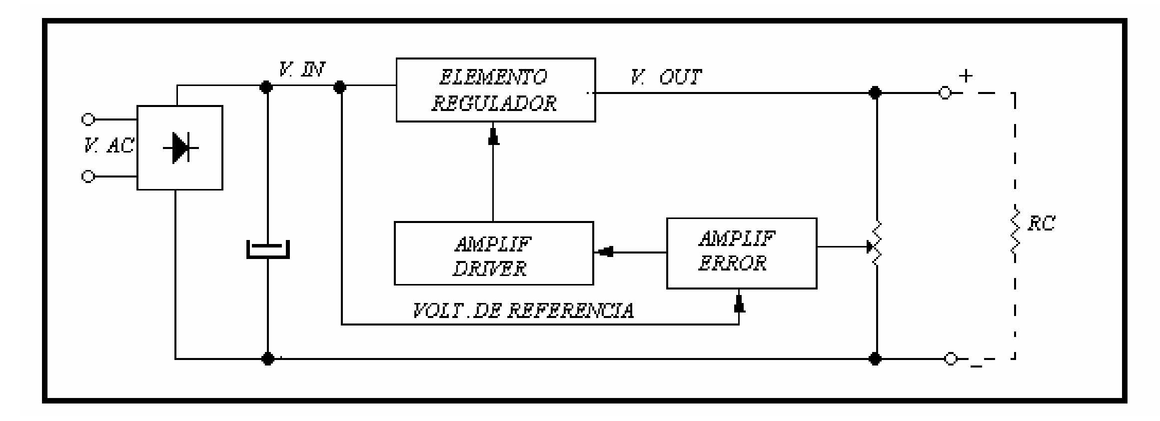
2) **Fuente de regulación serie:** son fuentes en que parte del voltaje de salida (V. Real) es comparado con el voltaje de referencia (V. Ref.) y la diferencia entre ambos (error) es aplicada al elemento regulador, el que efectuará la corrección de acuerdo a la magnitud y signo de la señal de error.

VENTAJAS:

a) Simplicidad y bajo costo en relación a una fuente llaveada.
b) Mediana eficiencia, bastante mejor que la fuente regulada en paralelo.
c) Es capaz de controlar medianas potencias.

DESVENTAJAS:

a) Genera una gran cantidad de calor debido al efecto "joule".
b) Necesita disipadores, comprometiendo volumen y confiabilidad (por la elevada temperatura de trabajo)
c) Solamente factible como fuente DC/DC, donde la tensión de salida es menor que la tensión de entrada.



El regulador es de tipo serie, el elemento de paso es un transistor de mediana o alta potencia que actúa como seguidor emisivo y que va montado sobre un disipador de aluminio para disipar la calor.

La caída de tensión que introduce el elemento serie (transistor regulador) se regula mediante la señal de error amplificada (corriente de base variable) que se aplica a la base desde el driver.

El divisor de tensión R1-VR-R2 aplica a la base del amplificador de error un voltaje de corriente continua que es función del voltaje de salida del regulador.

R4 aplica al emisor del amplificador de error un voltaje de referencia; la diferencia entre los voltajes citados (señal de error) determina la corriente de base de Q1. La Ic de este transistor regula la Ib del driver Q2, completándose así el lazo de realimentación.

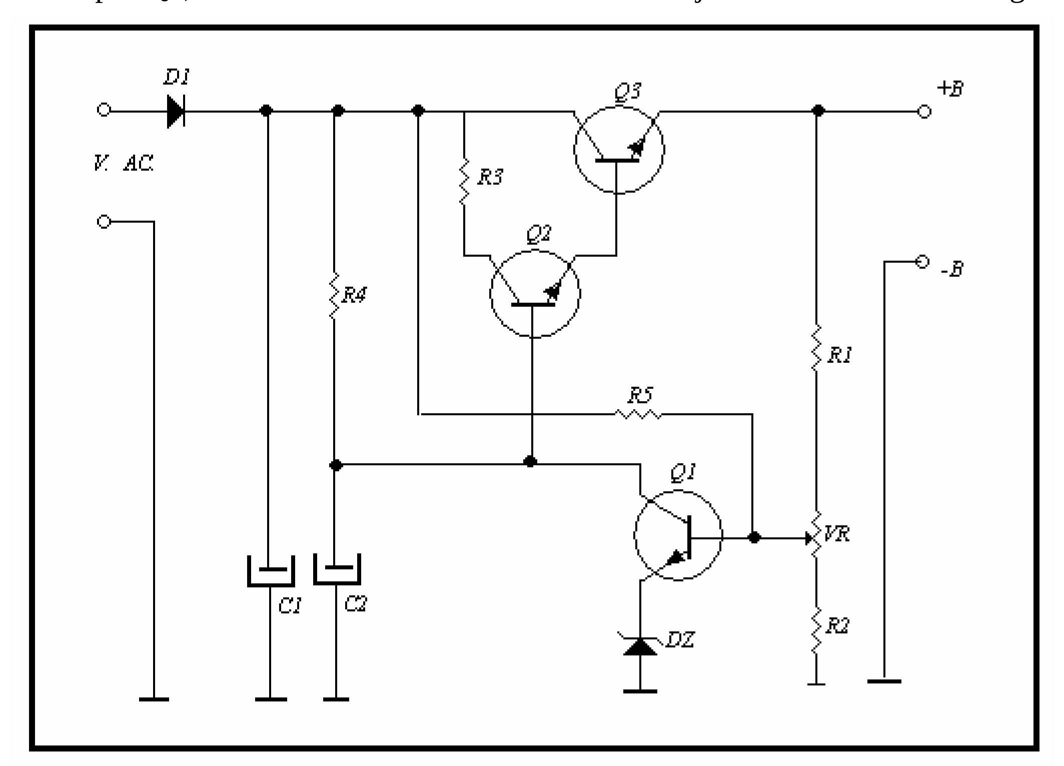
R4 y R5 permiten iniciar y sostener la conducción de Q1 y Q2 cuando se energiza el circuito.

Dz es un diodo zener con un voltaje altamente estable con los cambios de temperatura (compensado).

FUNCIONAMIENTO:

Si el voltaje de salida tiende a bajar, disminuye la Ic de Q1 (I1) con lo cual aumenta la Ib de Q2 (I2). Lo mismo sucede con la Ic de Q2, la que hace aumentar la corriente de base y disminuir el voltaje de colector-emisor del regulador Q3 (la corriente de colector de Q2 es la corriente de base del transistor regulador en serie Q3).

Como el voltaje de salida es igual al voltaje de entrada, menos la caída de tensión introducida por Q3, los cambios anteriores llevarán el voltaj e de salida a su valor regulado.



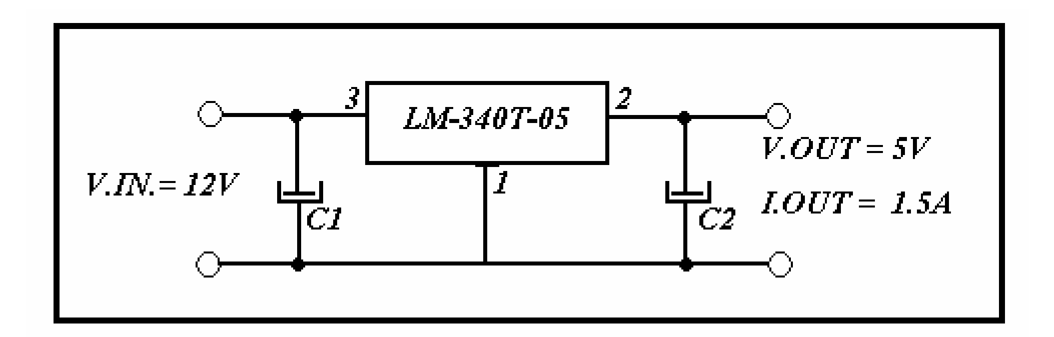
Idéntico análisis puede practicarse para el caso de un aumento en el voltaje de salida

3) **Fuente de alimentacion con estabilizador integrado:** El desarrollo de estabilizadores de tensión integrados ha permitido simplificar en ormemente el diseño de fuente de alimentación, razón por la cual hoy en día todas las fuentes de alimentación estabilizadas lo hacen con uno de estos circuitos integrados, los cuales, además, presentan la ventaja de ser cortocircuitables, gracias a su dise ño interno que incorpora un circuito limitador de corriente que evita el deterioro del integrado cuando el consumo es muy alto, y además incorpora un circuito de protección térmico que disminuye la tensión de salida cuando la temperatura de salida del integrado es muy alta.

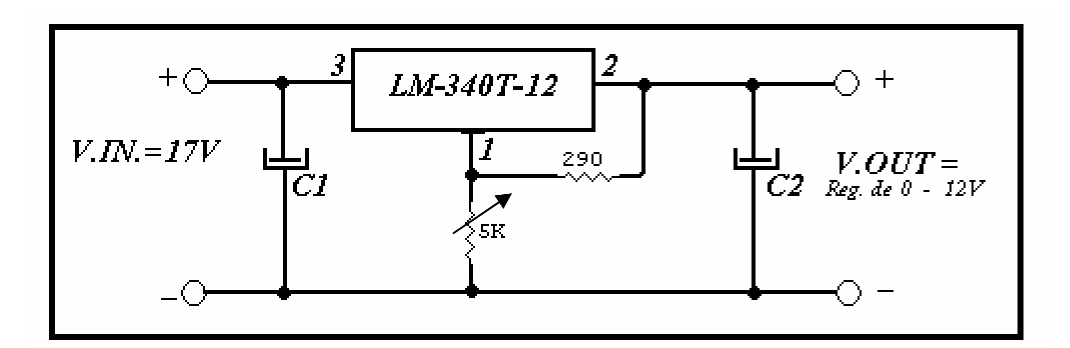
Estas fuentes reguladas con circuito integrado pueden ser de dos tipos:

a) Simples
b) Variables

a) **Regulador de tensión simple de 5 volts:** En este caso el voltaje de salida es fijo.



b) **Regulador de tensión con salida variable:** Se usa para elevar la salida (V. Out) por sobre el voltaje del regulador.



VENTAJAS:

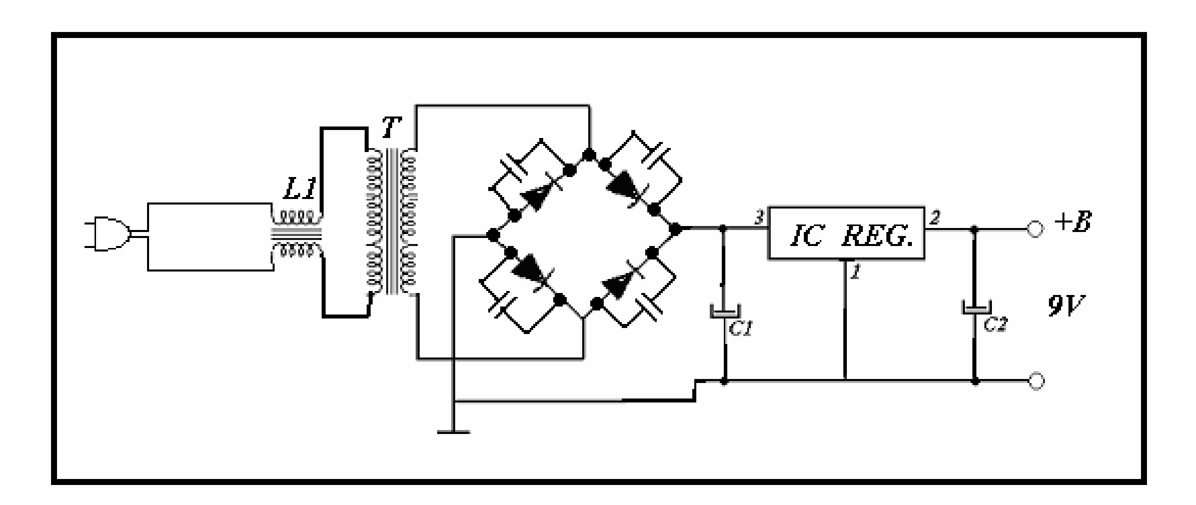
a) Alta eficiencia. Los valores típicos están entre un 60 y un 80%.
b) Permiten controlar altas potencias.
c) Es posible operar en AC/DC y DC/DC.

d) Permite, con la introducción de un transform ador, la operación DC/DC, cuya tensión de salida regulada sea mayor que la tensión de entrada.
e) Posible de aislar mediante un transformador de protección.

DESVENTAJAS:

a) Costo relativamente alto en comparación con la fuente de regulación paralelo.
b) Generación de Rf, necesita cuidado en el diseño y blindaje.
c) Presenta ripple y necesita filtros L-C eficientes.

En la figura anterior se puede apreciar una fuente estabilizadora de tensión de diseño sencillo.



Como puede apreciarse en la figura, antes de aplicar l a tensión de la red al primario del transformador de alimentación, se hace pasar la corriente por las inductancias L1, cuya finalidad es desacoplar los parásitos radioeléctricos de la línea, ya que estas inductancias presentan una fuerte oposición a toda s eñal eléctrica de radiofrecuencias.

Una vez bloqueado el paso de las señales radioeléctricas que pudieran contener la red de alimentación, la tensión de la red se aplica al primario del transformador de alimentación. En la tensión alterna de la red se redu ce de valor en el secundario.

La rectificación de la tensión se realiza por el puente rectificador de onda completa.

El puente rectificador proporciona una tensión continua de 12V, la cual se somete a un filtrado en el condensador electrolítico C1 de eleva da capacidad (3.300 UF).

En lo que respecta al circuito estabilizador integrado, diremos que a su salida proporciona una tensión de 9V para alimentar el circuito requerido.

El estabilizador integrado tiene su entrada por el terminal 3 (positivo) y 1 (masa) , mientras que la salida estabilizadora se encuentra entre el terminal 2 (positivo estabilizado) y 1 (masa).

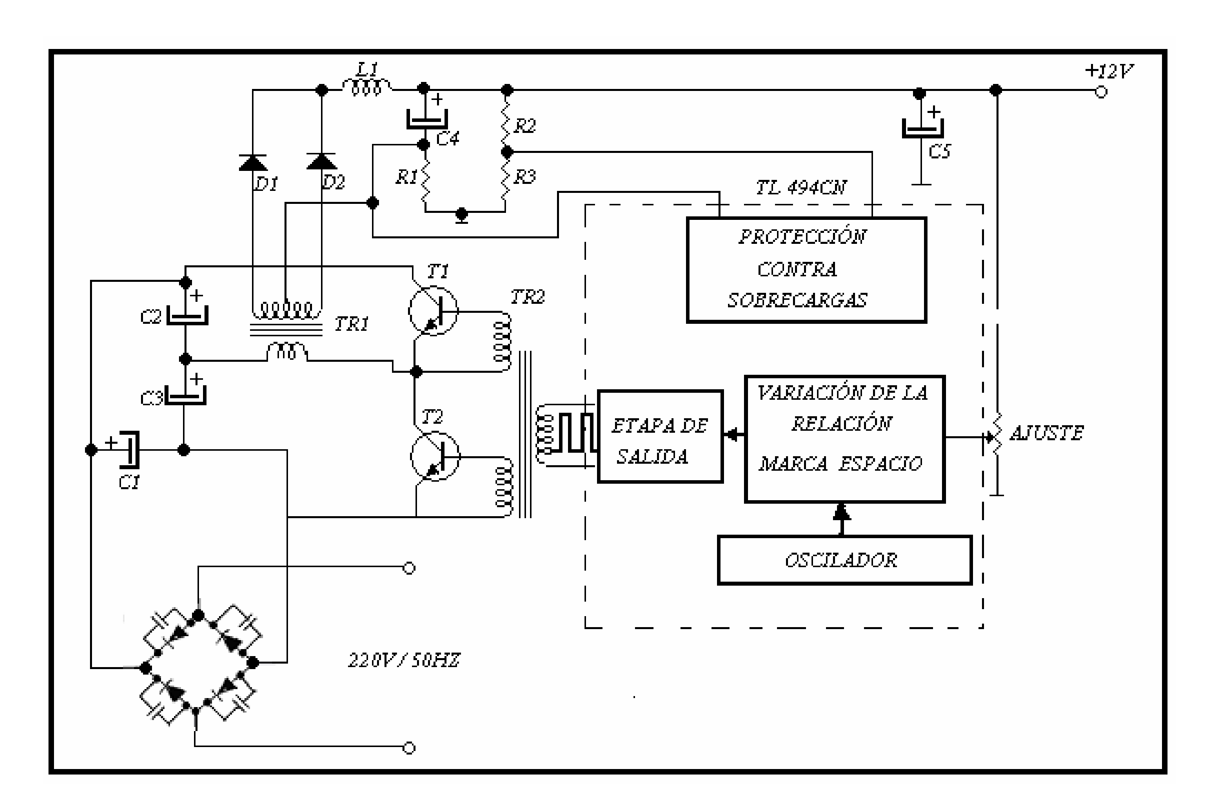
Para finalizar diremos que a la salida del circuito integrado se conecta un condensador electrolítico de 47 UF a masa, para eliminar el ripple, que puede haber quedado.

Existen, indudablemente, fuentes de alimentación más elaboradas que la descrita, por ejemplo, con tres o más estabilizadores de tensión integrados, para proporcionar un mayor número de tensiones de alimentación, sin embargo, todas ellas están basadas en el circuito descrito, por lo que creemos innecesario insistir más sobre este tema.

FUENTES DE ALIMENTACION CONMUTADAS

Desde hace algunos años se usan en algunos equipos electrónicos las fuentes de alimentación conmutadas. Estas fuentes tienen la ventaja de una mayor eficiencia y una menor disipación de calor con respecto a las fuentes convencionales. Estas dos ventajas, así como la facilidad de su diseño gracias a la cada vez mayor oferta de circuitos integrados, hace que cada día sean más utilizadas.

En la figura siguiente se ha dibujado el esquema de una fuente de alimentación conmutada.



FUNCIONAMIENTO:

En primer lugar diremos que para el funcionamiento de este tipo de fuente de alimentación se precisan circuitos especiales, los cuales están en parte integrados. En el caso de la figura, se utiliza el circuito integrado TL 494CN.

El circuito integrado genera una onda cuya finalidad es hacer pasar rápidamente del estado de conducción al de bloqueo los transistores de potencia T1 y T2 . Para ello se tiene un circuito oscilador integrado, cuya señal se aplica a un circuito, también integrado en la

misma cápsula, cuya finalidad es la de ajustar la relación marca / espacio. A continuación se somete la onda cuadrada a una etapa amplificado ra (que también forma parte del circuito integrado), con el fin de darle amplitud.

La onda cuadrada obtenida a la salida del circuito integrado se aplica al primario del transformador TR2, introduciéndose con ello en sus dos devanados secundarios unos pico s de tensión simétricos que se aplican entre base y emisor de los transistores T1 y T2.

Por tratarse estos transistores del tipo NPN, entran en conducción cada vez que sus bases reciban potencial positivo con respecto a emisor y quedan bloqueados cuando se invierte la polaridad de la tensión alterna que les suministran los devanados secundarios.

Veamos ahora la finalidad del circuito descrito para obtener una tensión continua de valor mucho más constante que el obtenido con un rectificador convencional. Obs erve en la figura la presencia de un puente rectificador, el cual rectifica directamente la tensión alterna de la red. Esta tensión rectificada se aplica a unos condensadores electrolíticos (C1, C2 y C3), cuya finalidad es, como en cualquier otra fuente de alimentación, la de alisar la forma de onda de la tensión alterna rectificada.

Ahora vemos que el potencial presente en los borne del CI se aplica entre colector de T1 y emisor T2 con la polaridad adecuada al tipo de transistor utilizado. El potencial que aparece en los bornes del condensador C2 se aplica entre colector y emisor de T1 y, finalmente, el potencial que aparece en los bornes de C3 se aplica entre colector y emisor de T2.

Cuando el transistor T1 está bloqueado, el condensador C2 se carga al val or de tensión dado por el puente rectificador, mientras que cuando T1 está conduciendo, el condensador C2 se descarga a través de él y, como consecuencia, circula una corriente por el primario del transformador TR1, conectado entre emisor y el electrodo ne gativo de C2.

Lo mismo sucede con el condenador C3 y el transistor T2, con la particularidad de que en este caso el primario de TR1 está conectado entre colector de T1 y el electrodo positivo de C3.

De todo lo expuesto se deduce que:

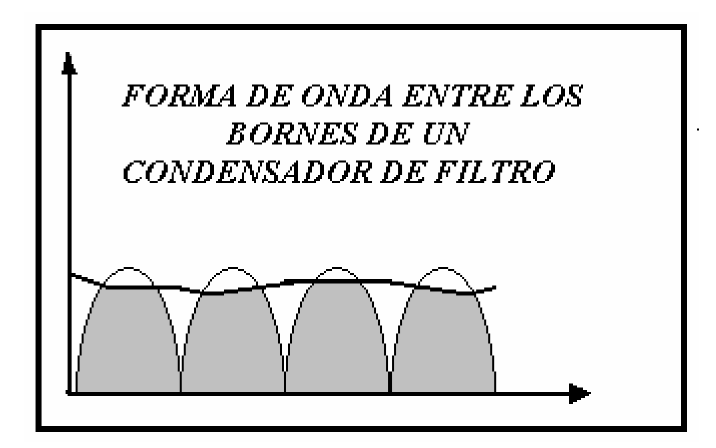
1) Cuando T1 conduzca, la corriente pasará a través del devanado primario de TR1 en un sentido, mientras que cuando conduzca T2 lo hará en sentido contrario.
2) Dado que las bases de T1 y T2 reciben potencial positivo con negativo con respecto a emisor de forma alternativa, cuando T 1 conduzca T2 estará bloqueado y viceversa.
3) Como consecuencia de ello, por el primario de TR1 circulará una corriente alterna cuya frecuencia será igual a la de la onda cuadrada dada por el circuito integrado.

Sin duda el técnico se preguntará cual es el motivo de que se diseñe un circuito tan complejo cuyo único fin es volver a obtener una tensión alterna a partir de una tensión continua obtenida de la rectificación de una tensión alterna.

Pues bien, la respuesta es muy simple: como se sabe, la frecuencia de la corriente alterna de la red es de 50 Hz. A la salida de los rectificadores en puente se obtienen los semiciclos positivos de dicha corriente alterna, cuya periocidad es de 100 semiciclos por segundo (doble de la frecuencia alterna de la red por trat arse de un rectificador de onda completa). Para alisar estos semiciclos se utilizan condensadores, los cuales han de ser de

muy elevada capacidad dado el bajo valor de frecuencia de los semiciclos rectificados. Recuerde que cuanto mayor sea la capacidad de un condensador, mayor será la energía eléctrica que puede almacenar y, por lo tanto, mayor será el tiempo de su descarga sobre el circuito que alimentan, dado por el producto RC.

Cuanto mayor sea la capacidad del condensador de filtro, mayor será pues el tiempo en que se mantiene la tensión en sus bornes, sin embargo, por grande que sea dicha capacidad, siempre se tendrá una descarga que se traduce en una disminución de la tensión de alimentación. Como consecuencia de todo ello, la forma de onda en los bornes del condensador presentará un curso como el que se muestra en la figura siguiente, que como puede comprobarse es perfectamente continua.



Son dos las formas mediante las cuales podemos obtener un mayor alisamiento de la tensión continua de salida:

1) Utilizando elevadas capacidades. Esto a su vez puede conseguirse empleando el condensador de mayor capacidad que podamos encontrar en el comercio o bien disponiendo una batería de condensadores en paralelo.
2) Aumentando en forma considerable la frecuencia de la corriente alterna rectificada, ya que cuanto mayor sea dicha frecuencia, con más rapidez se producirá la carga del condensador y menos tiempo tendrá este para descargarse.

De los métodos expuestos, el primero presenta la desventaja de que cuanto mayor sea la capacidad del (o los) condensadores de filtro, mayor será el volumen de los mismos, por lo que nos encontramos ante el problema de espacio.

El segundo sistema es que utilizan las fuentes de alimentación conmutadas, de forma que se obtenga a la salida del rectificador unas pulsaciones de corriente continua de elevada frecuencia y, por lo tanto, fáciles de alisar por capacidades de bajo valor.

Hemos visto pues porque en las fuentes de alimentación conmutadas se utiliza una primera conversión de la corriente alterna de la red en corriente continua y una segunda conversión alterna. Esta segunda corriente alterna, de mayor frecuencia, será la que previa rectificación sirva para la alimentación de los circuitos electrónicos.

Volvamos al circuito de la figura anterior y observe en él como el paso alternativo en uno y otro sentido por el devanado primario de TR1 induce en el secundario una

tensión alterna de igual frecuencia pero de menor valor nominal. Este devanado secundario posee toma central y en cada uno de sus terminales extremos se dispone un diodo rectificador (D1 y D2). Con ello conseguiremos una rectificación de onda completa mediante solo dos diodos rectificadores, tal y como es usual en este tipo de montajes cuando el secundario posee t oma central.

Los semiciclos positivos de la corriente alterna rectificada que se obtienen en los cátodos de D1 y D2, se producen pues a elevada frecuencia, por lo que el sistema de filtrado resulta sencillo.

Así, la línea superior de +12 volts de la figura esta sometida a un filtrado que se lleva a cabo mediante un filtro pasa bajos LC. La inductancia L1 presentará una fuerte oposición al paso de la ondulación de alta frecuencia de la corriente de salida de los rectificadores, mientras que dejará pasar con toda facilidad la corriente continua. El condensador C4, por el contrario, se cargará y descargará con las variaciones de la tensión que aún pudieran estar presentes a la salida de la bobina y, con ello, llevará a cabo un segundo alisamiento de la tensión de alimentación.

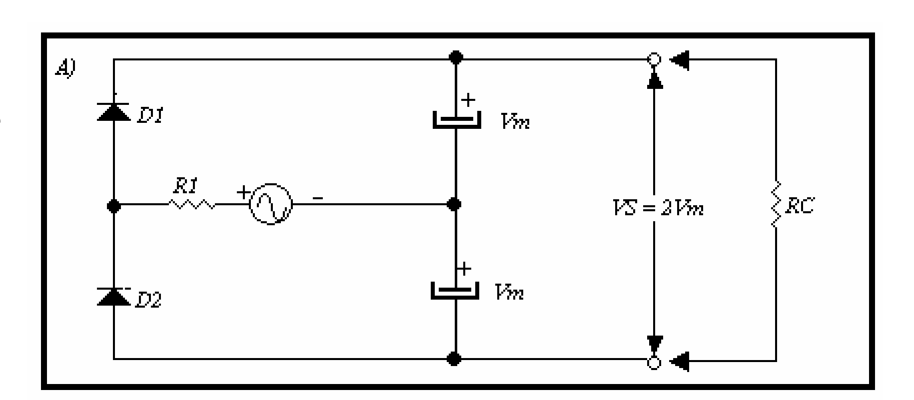
A continuación encontramos un divisor de tensión formado por la resistencia R2 y R3, el cual proporciona una fracción de la tensión de salida al circuito integrado TL49CN. En el se tiene un circuito de protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos, de forma que si se produce cualquiera de estas circunstancias, el ingreso dejará de proporcionar impulsos rectangulares y la fuente de alimentación deja de actuar.

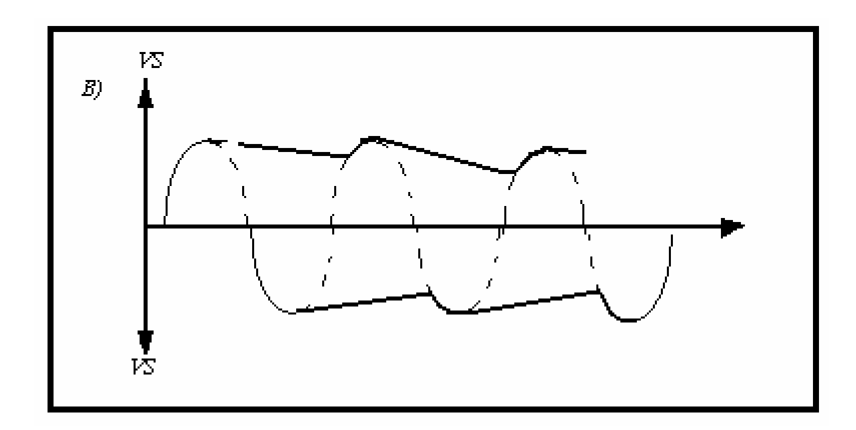
Finalmente en la figura anterior puede verse la presencia de una resistencia de ajuste dispuesta entre la citada línea de +12v y masa. Del cursor de esta resistencia se toma una fracción de la tensión de +12v y se aplica al circuito de variación de la relación marca / espacio de la onda cuadrada generada en el circuito integrado, proporcionando así una estabilización de la tensión de salida. Cualquier aumento o disminución de la tensión continua de +12v dará lugar a una variación del ancho de los impulsos de la onda cuadrada, haciendo con ello que los transistores T1 y T2 dejan pas ar o bloquear durante más tiempo, la corriente que circula por el devanado primario de TR1 y, de esta forma, aumentará o disminuirá el valor de la tensión continua de salida, hasta alcanzar su valor nominal exacto.

Por tratarse de un bucle, este control de l valor de la tensión continua de salida se realiza de forma continua y automática.

DOBLADOR DE TENSION

El funcionamiento del circuito se puede explicar de la siguiente forma:





a) Circuito doblador de tensión
b) Formas de onda de entrada y salida del circuito doblador.

FUNCIONAMIENTO:

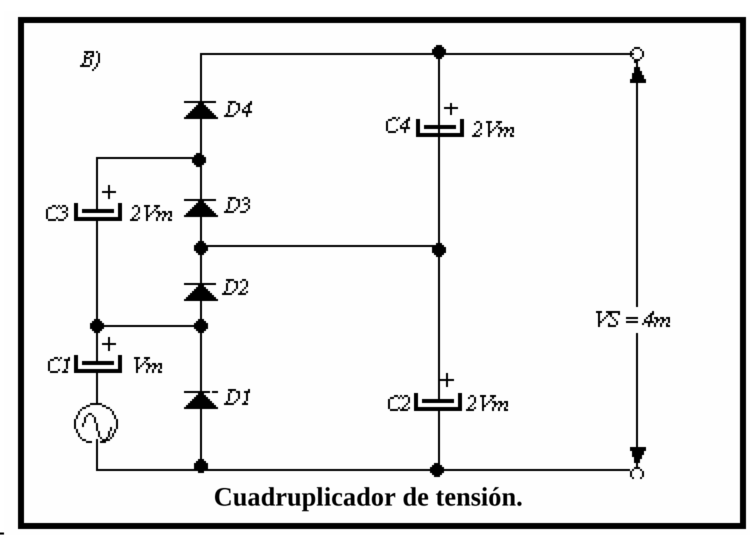
Consideramos el semiciclo positivo de la señal de entrada. En estas condiciones el diodo D2 queda polarizado inversamente, mientras que el diodo D1 queda polarizado directamente haciendo circular una corriente que carga al condensador C1 a la tensión Vm, que el valor máximo de la tensión alterna aplicada, cargándose con la polaridad indicada en la figura 106.

Consideremos ahora el semiciclo negativo, en donde D1 queda polarizado inversamente, presentando una resistencia prácticamente infinita, no permitiendo la descarga de C1. en cambio D2 queda polarizado a la tensión Vm con la polaridad indicada en la figura 106.

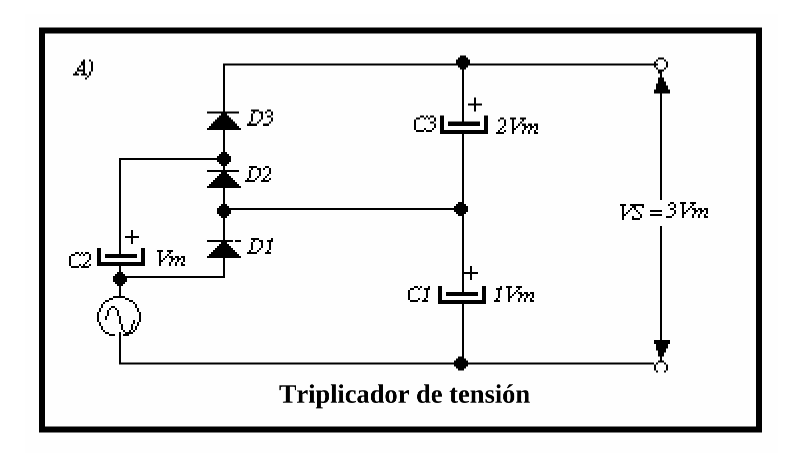
De esta forma, en la salida obtenemos una tensión que es la suma de las tensiones de C1 y C2, o sea, la tensión de salida será Vs = 2Vm.

En la salida se conecta la carga Rc, a la cual se le aplica aproximadamente una tensión 2Vm.

También existen circuitos triplicadores y cuadruplicadores de tensión, lo cual se obtiene simplemente agregando diodos y condensadores en el circuito elemental.

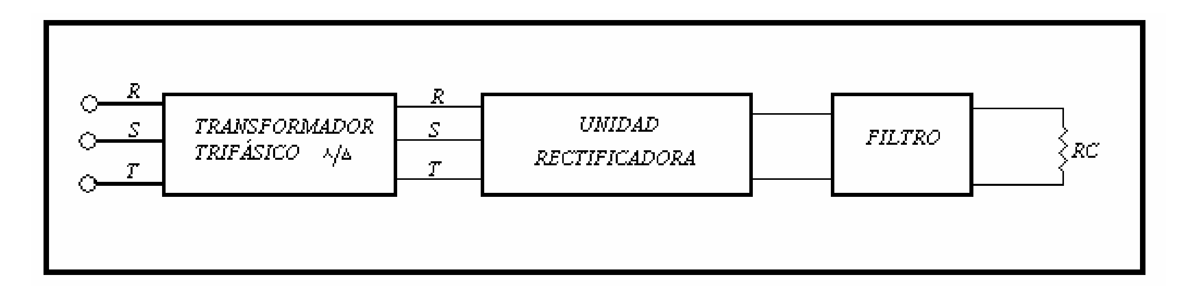


Cuadruplicador de tensión.



Triplicador de tensión

RECTIFICADORES POLIFÁSICOS



INTRODUCCION:

La rectificación polifásica se utiliza cuando interesan tensiones o intensidades superiores.

Estas fuentes se utilizan para alimentar los ferrocarri les, galvanoplastia transmisores de radio y cualquier aplicación de corriente continua de mediana o gran intensidad.

Un sistema rectificador consta de las siguientes partes:

a) Transformador de alimentación, empleando conexión triangulo (Δ) para el primario y estrella para el secundario.

b) Conjunto rectificador formado por diodos rectificadores o tiristores es decir dispositivos semiconductores.

c) Filtros, que cumplen la función de reducir el ripple de la tensión rectificada.

La razón para emplear sistemas p olifásicos independientes son las siguientes:

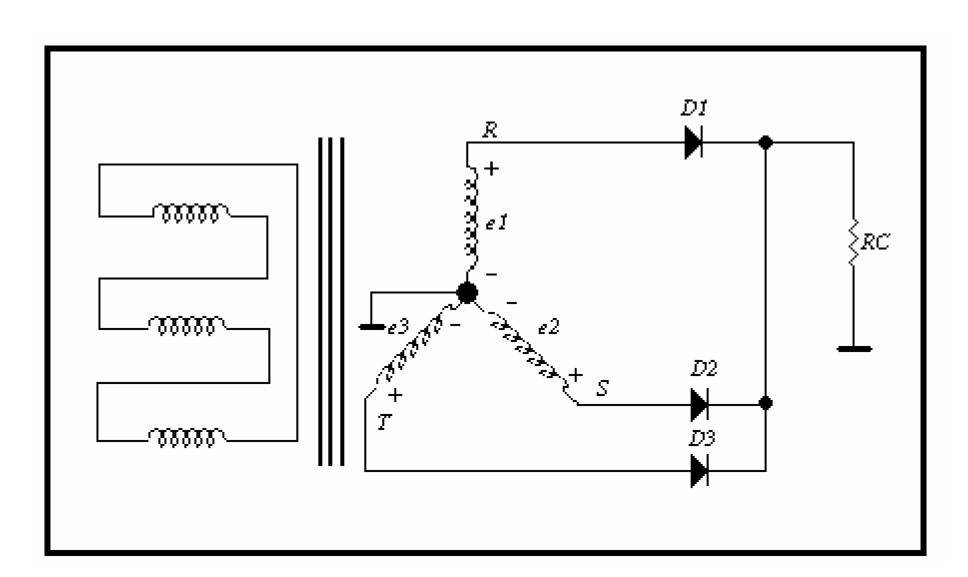
- Las redes de distribución de corriente alterna son trifásicas. El ripple de la tensión de salida sin filtro disminuye al aumentar el número de fases.
- Los elementos empleados en un rectificador trifásico son más reducidos que los monofásicos.

Muchas veces es conveniente emplear un sistema de mayor número de fases (hexafásico).

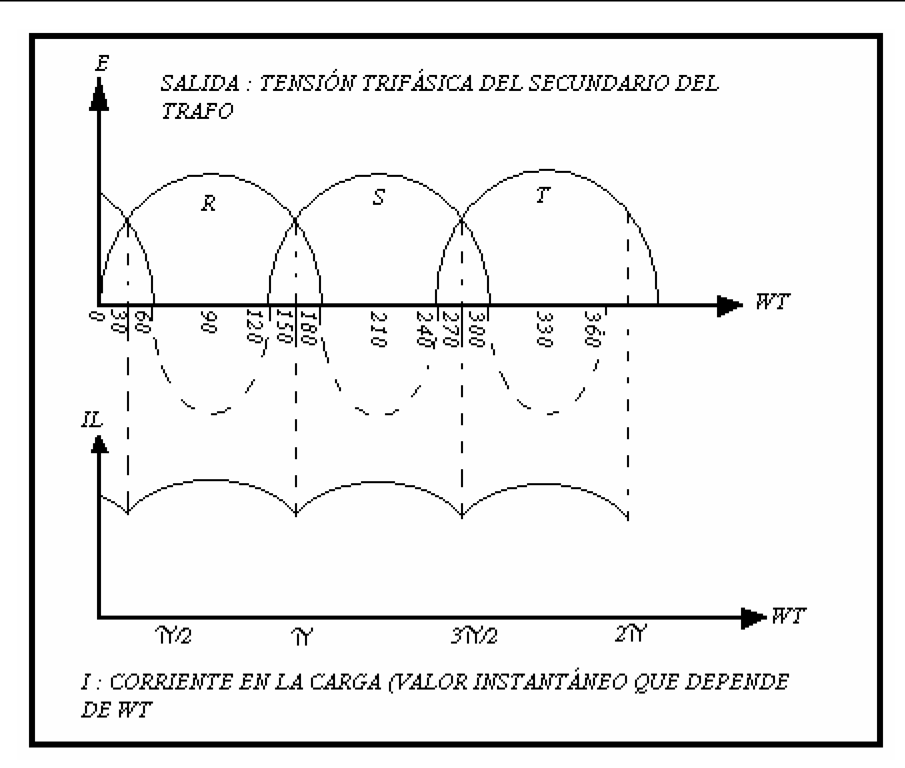
La elección de un sistema rectificador depende de:

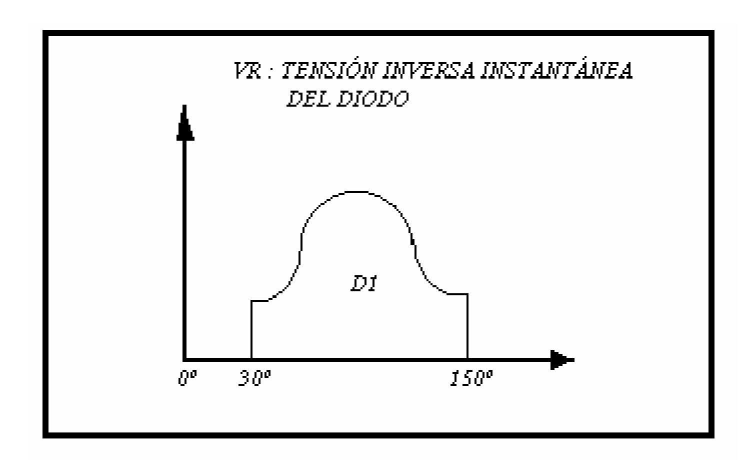
1) La naturaleza y necesidades de la RC.
2) Potencia de la carga
3) Costo
4) Datos técnicos de los diodos disponibles
5) Rendimiento

CIRCUITO RECTIFICADOR TRIFASICO DE MEDIA ONDA



E1 = E máx. Sen WT
E2 = E máx. Sen (WT – 120º)
E3 = E máx. Sen (WT – 120º)

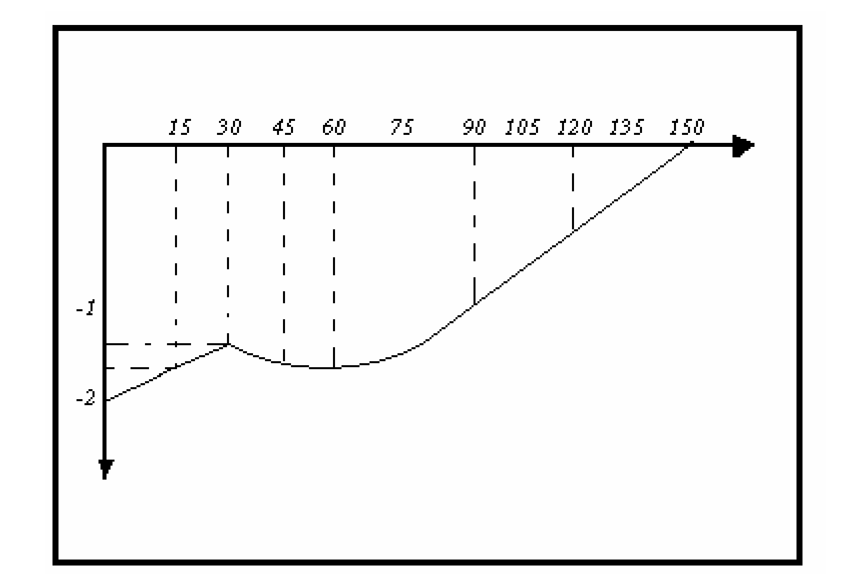




WT	E1	E2	E3
0	0	-0,866	0,866
15	0,25	-0,965	0,707
30	0,5	-1	0,5
45	0,707	-0,965	0,258
60	0,866	-0,866	0
90	1	-0,5	-0,5
120	0,866	0	-0,865
150	0,5	0,5	-1
180	0	0,866	-0,866

Columna 1
Columna 2
Columna 3
Columna 4
Columna 5
Columna 6
Columna 7
Columna 8
Columna 9
Columna 10

Columna 2 = Conduce D3 (fase T es la positiva). No conduce D1 y D2.
Columna 3 = D3 conduce. No conduce D1 y D2.
Columna 4 = D1 conduce. No conduce D2 y D3
Columna 5 = D1 conduce. No conduce D2 y D3
Columna 6 = D1 conduce. No conduce D2 y D3
Columna 7 = D1 conduce. No conduce D2 y D3
Columna 8 = D1 conduce. No conduce D2 y D3
Columna 9 = D2 conduce. No conduce D1 y D3
Columna 10 = D2 conduce. No conduce D1 y D3.



Haciendo una comparación entre la tensión media en la carga (VRDC) y la tensión máxima por fase, se observa que el valor medio de la tensión rectificada crece con el número de fases, y se observa que en sistemas polifásicos mayores de 6 fases no existe un gran interés.

	N	VRDC máx.
DC 1º	2	0,637
½ a 3º	3	0,827
	4	0,900
DC 3º	6	0,955
½ 6º	12	0,989
	32	0,997
	48	0,999

SISTEMAS RECTIFICADORES:

Se estudiaron sistemas rectificadores no controlados (solo semiconductores). Los sistemas más usados son:

a) **Rectificadores de ½ onda**: Se emplea un número de diodos igual al número de fases, de modo que en cada instante no conduce más que un solo diodo.
b) **Rectificador de onda completa**: En cada momento conducen dos diodos.

RECTIFICADOR TRIFASICO DE ½ ONDA

Cada forma de onda de tensión es senoidal pura, en los puntos de cruce, cada u na de ellas tiene la mitad del valor máximo.

La polaridad de las tensiones E1, E2 y E3 es tal, que los ánodos de los diodos quedan polarizados positivos, si la tensión máxima por fase es de 220v, la tensión de cruce será de 100v.

Se determinará que los dio dos conducen en cada instante del ciclo completo.

En 0º conduce D3.

En 30º conduce D1, la corriente circula hacia la carga a través de D1, retornando por el terminal común del trafo.

Al aumentar esta tensión de 0º a 90º, la corriente en la carga también au menta y la tensión. Si se desprecian las caídas de tensión en el rectificador, la tensión en la carga es igual a la tensión del secundario del transformador E1, desde 100 a 200v.

Los cátodos de cada uno de los diodos están conectados al terminal positivo d e la carga, en este intervalo de tiempo los cátodos de D2 y D3 se elevan desde 100 a 200V. Sus ánodos se encuentran a potenciales más bajos. Esto significa que los cátodos son más positivos que los ánodos, luego D2 y D3 están polarizados inversamente.

Durante el intervalo de tiempo de 90º a 150º, E1 y la tensión en la RL disminuyen. A partir de los 150º la tensión E2 es mayor que E1, luego el diodo D2 empieza a conducir, ya que el ánodo se hace más positivo en comparación a los cátodos comunes.

El diodo D1, queda polarizado inversamente y D3 comienza a conducir después de los 270º hasta los 360º y con esto se completa el ciclo.

En el rectificador trifásico de ½ onda cada diodo conduce 120º y permanece bloqueado 240º. Existen tres picos de conducción en un ci clo completo y la tensión en la carga nunca cae bajo medio Vmáx.

Ripple o rizado o factor ondulatorio $= \dfrac{V\,2}{n - 1}$

M	Ripple	R%
2	0,47	47%
3	0,18	13%
6	0,04	4%

Dc 1o
1 / 2 3o
Dc 3o

FACTOR DE UTILIZACIÓN DEL TRAFO:

En un circuito rectificador trifásico de ½ onda cada diodo conduce 120º durante un ciclo completo, luego el trafo que es el que suministra energía al ánodo de un diodo, durante 1/3 del ciclo y permanece inactivo durante los 2/3 restantes, que es cuando conducen los otros dos diodos alimentados por las otras dos fases del transformador trifásico, se concluye que mientras mayor sea el número de fases, menor será el tiempo durante el cual cada trafo suministra energía al circuito de salida.

El factor de utilización se refiere tanto al devanado primario como al devanado secundario.

Se define el factor de utilización como la razón entre la potencia continua suministrada a la Rc y la capacidad V/A total de uno de los trafos.

RENDIMIENTO DE LA RECTIFICACIÓN:

Se define el rendimiento de la rectificación como el cuociente entre la potencia mínima en la carga y la potencia de entrada alterna.

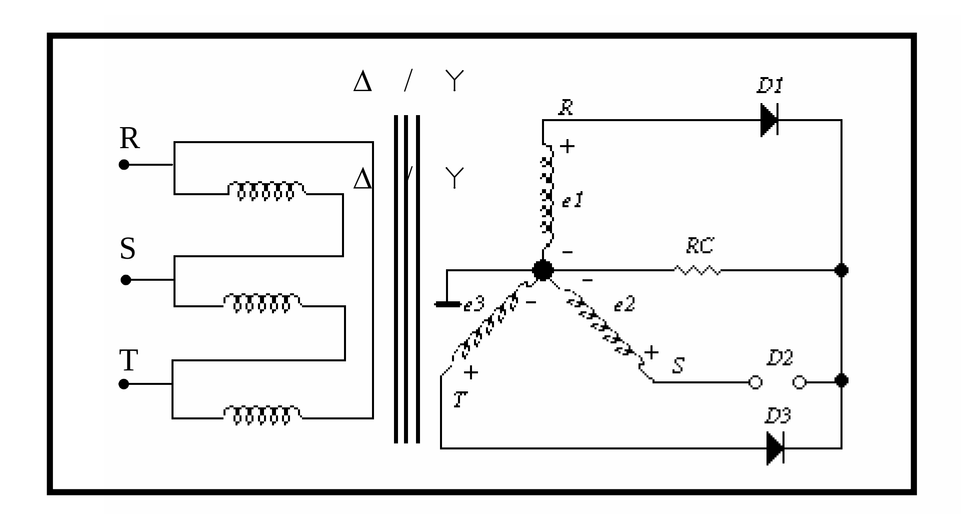
VD = Caída directa del diodo que conduce.
Vn = Tensión máxima por fase (F – n).

POSIBLES FALLAS EN UN CIRCUITO RECTIFICADOR TRIFASICO DE MEDIA ONDA.

DIODO ABIERTO:

Disminuye el período de conducción en 60º y solo se conduce en 300º, debido a que cada diodo conduce 150º se concluye que:

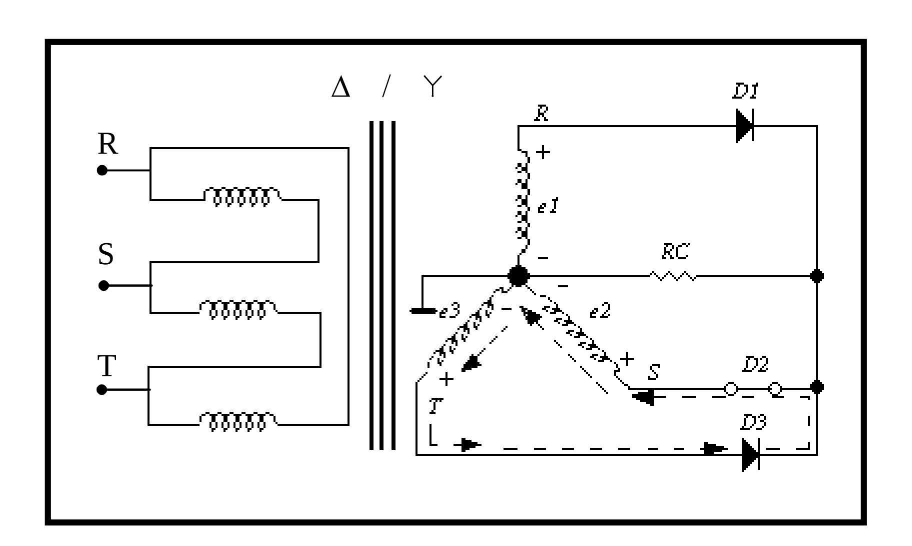
a) El ripple aumenta.
b) La tensión continua en la carga disminuye
c) La corriente continua en la carga disminuye
d) La potencia continua en la carga disminuye.



Si se abren dos diodos, el ángulo de conducción es de 180º y la tensión cae en 1/3 de VRDC.

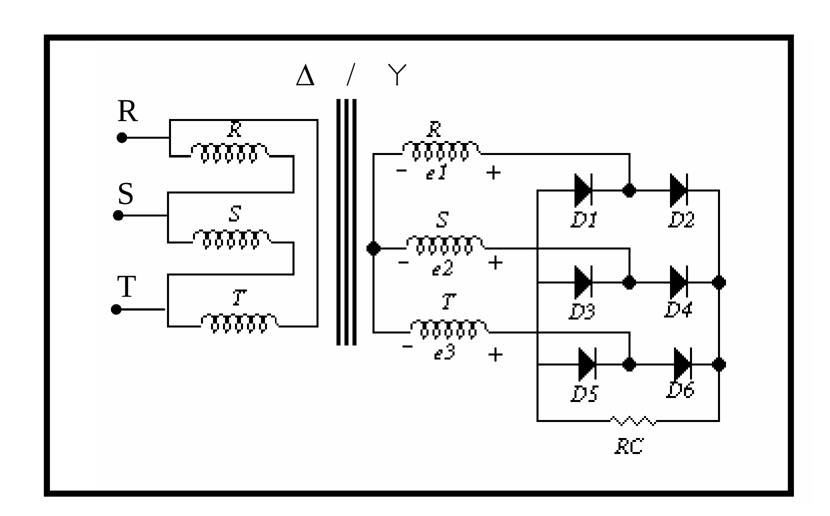
DIODO EN CORTOCIRCUITO:

a) Aumenta el ripple
b) Disminuye la tensión continua en la Rc
c) Aumenta la corriente continua en la Rc.

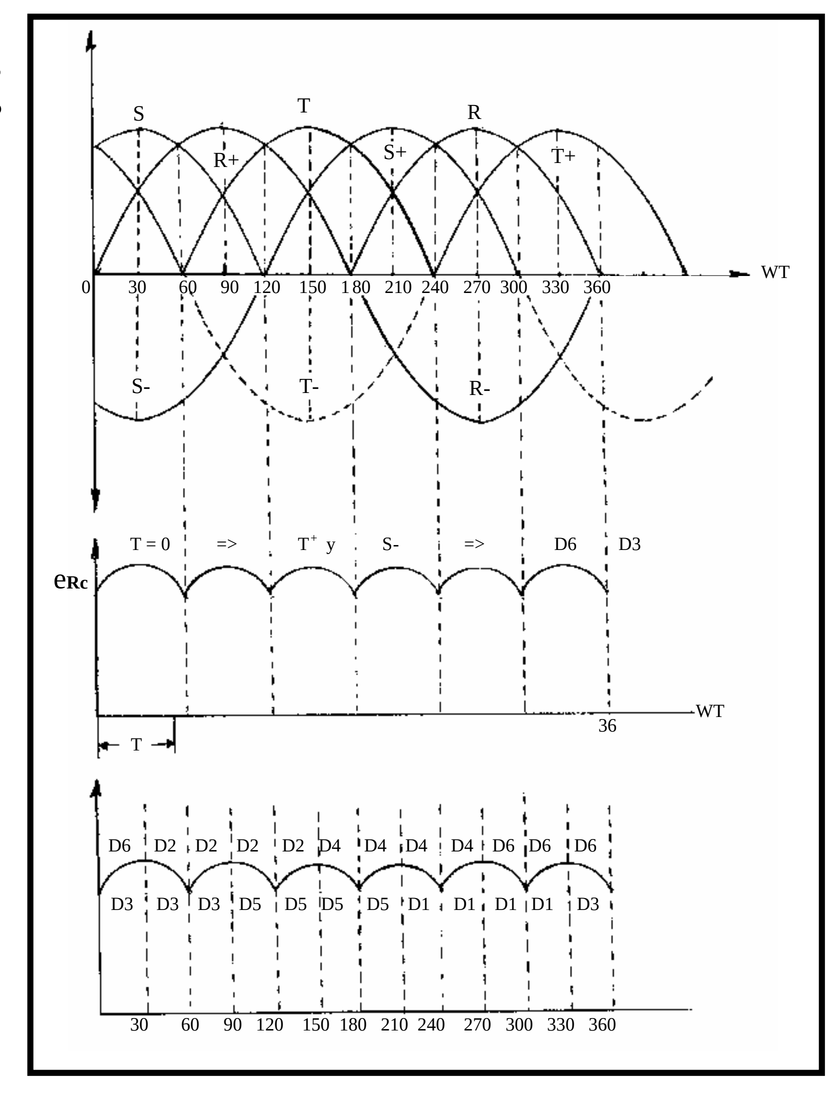


T = 0
Se cortocircuita la fase T con la fase S

RECTIFICADOR TRIFASICO DE ONDA COMPLETA TIPO PUENTE



E1 = V. Máx. Sen WT
E2 = V. Máx. Sen WT – 120º
E3 = V. Máx. Sen WT + 120º

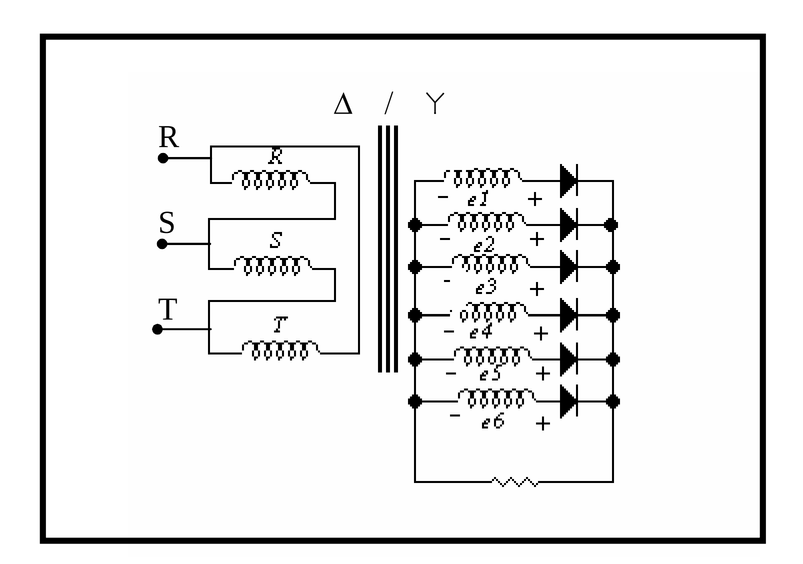


WT	E1	E2	E3
0	0	-0,866	0,866
15	0,25	-0,965	0,707
30	0,5	-1	0,5
45	0,707	-0,965	0,258
60	0,866	-0,866	0
90	1	-0,5	-0,5
120	0,866	0	-0,866
150	0,5	0,5	-1
180	0	0,866	-0,866

D3 – D6 Conducen
D3 – D6 Conducen
D2 – D3 Conducen
D2 – D3 Conducen
D2 – D3 Conducen
D2 – D5 Conducen
D2 – D Conducen
D4 – D5 conducen
D4 – D5 Conducen

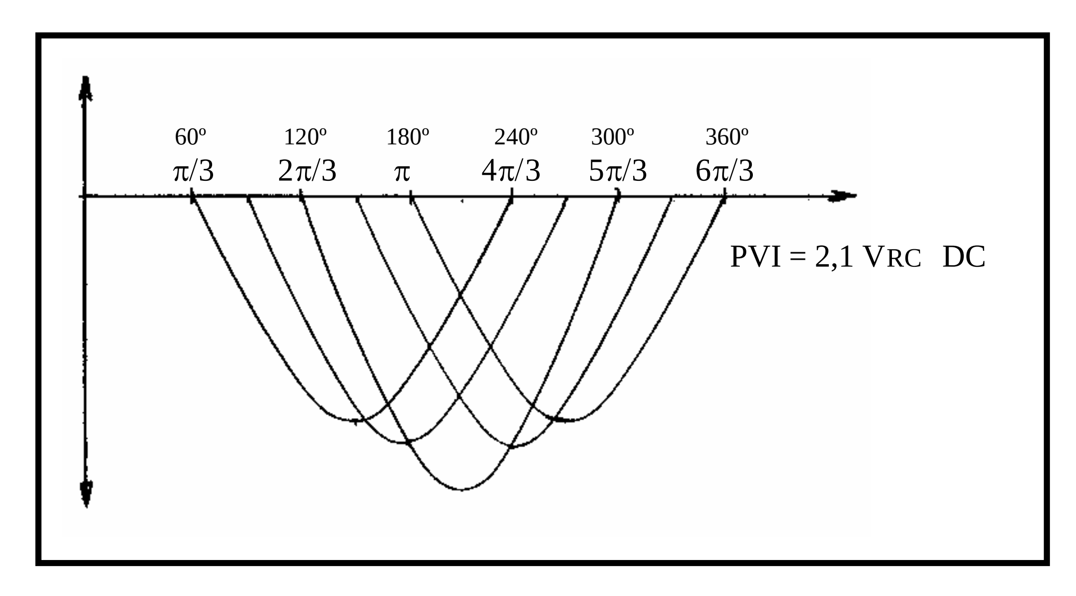
CIRCUITO HEXAFASICO DE MEDIA ONDA

E1 = E. Máx. Sen (WT)
E2 = E. Máx. Sen (WT – 60º)
E3 = E. Máx. Sen (WT – 120º)
E4 = E. Máx. Sen (WT – 180º)
E5 = E. Máx. Sen (WT – 240º)
E6 = E. Máx. Sen (WT – 360º)

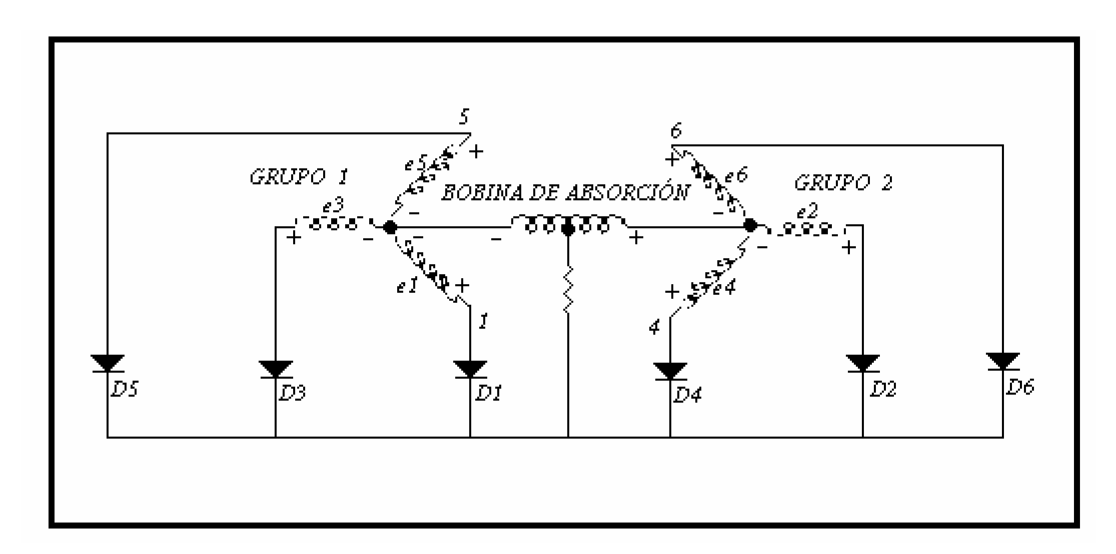


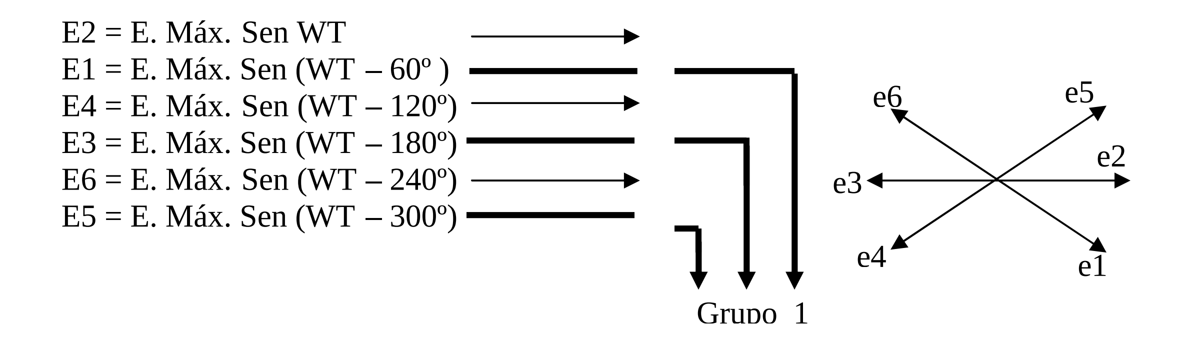
En el circuito rectificador hexafásico de media onda se dispone de un trafo cuyo primario está en conexión delta con tres bobinas, formando un sistema trifásico. El secundario consiste en seis bobinas desfasadas en 60º, de manera, que en un instante de tiempo solamente conduzca un diodo, con este sistema se obtiene una corriente en la carga de bajo ripple, buen valor medio de la tensión de salida y un bajo factor de aprovechamiento del trafo.

WT
30 60 90 120 150 180 210 240 270 300 330 360
D6 D1 D2 D3 D4 D5
e_{Rc}
360º



CIRCUITO RECTIFICADOR HEXAFASICO CON BOBINA DE ABSORCION (DOBLE ESTRELLA)





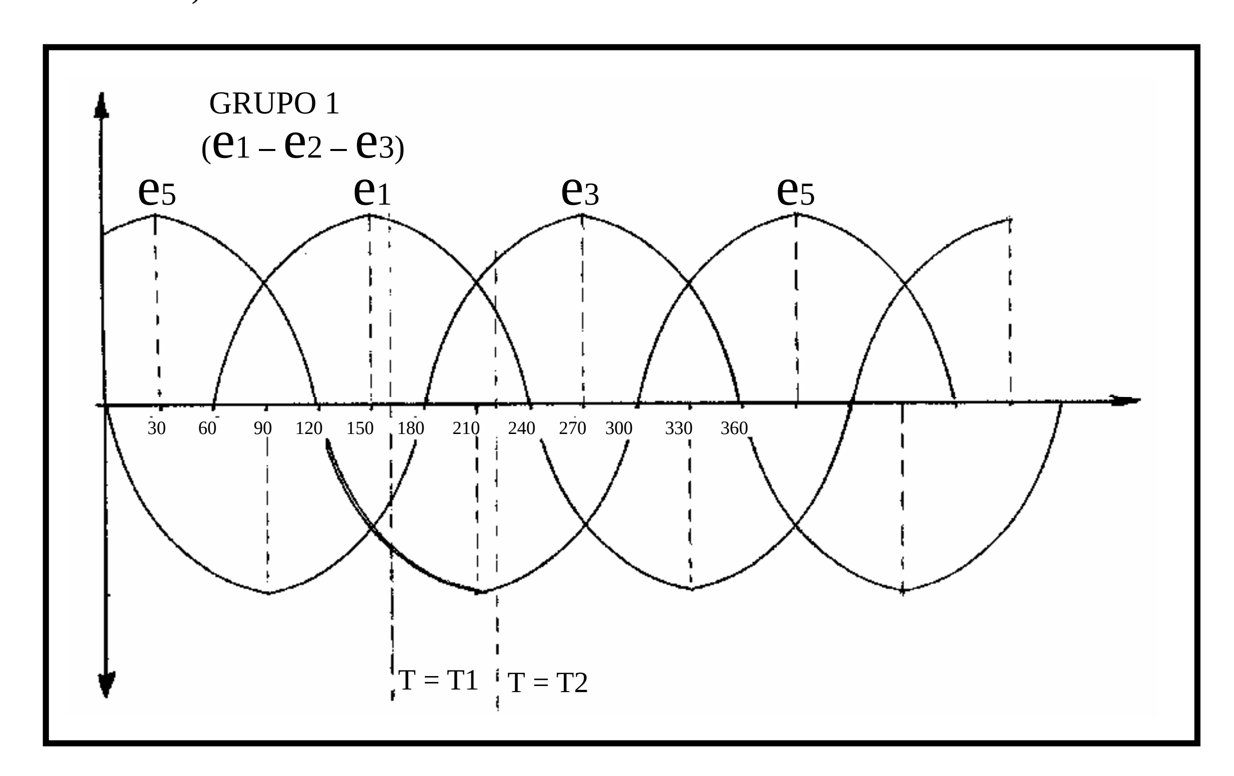
Es una configuración muy importante ya que permite que la corriente máxima en cada diodo sea la mitad de la corriente de carga (ID máx. = IrcDC/2), por esta razón es una configuración muy usada en rectificadores hexatrifásicos de gran potencia.

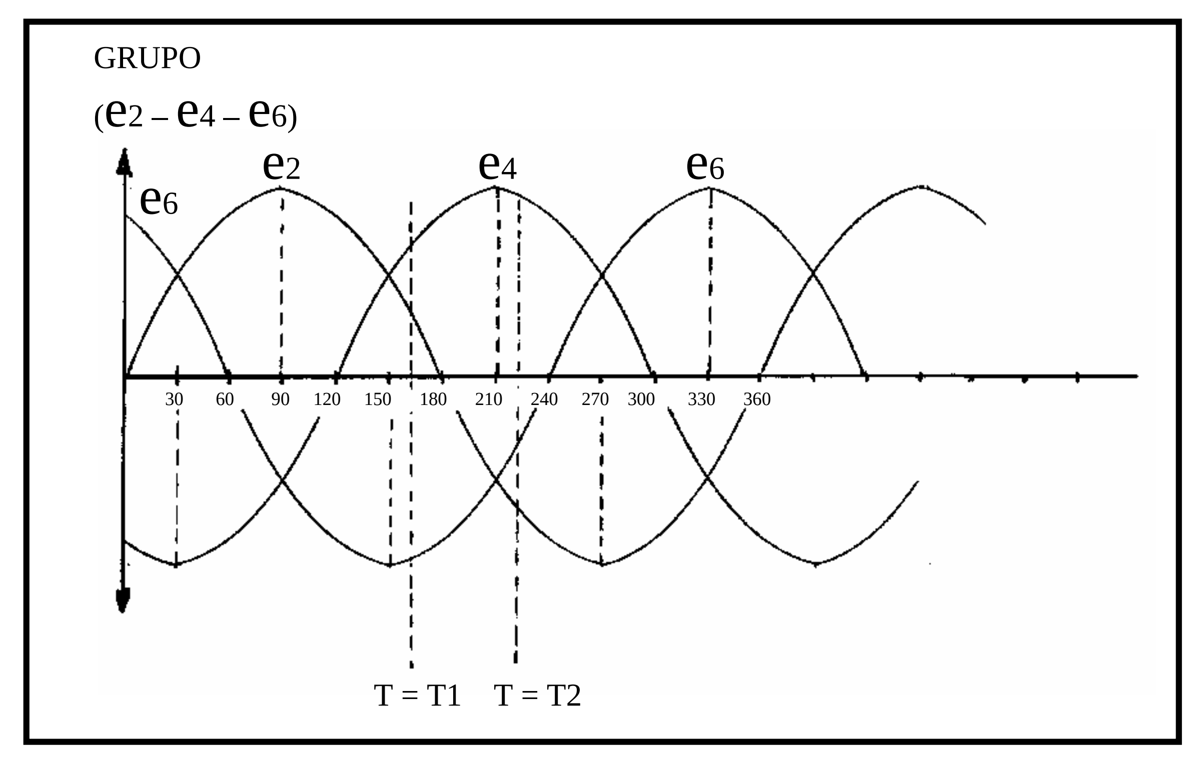
Otra ventaja es permitir la conexión en paralelo de dos sistemas trifásicos. Esto se logra mediante la colocación de la bobina de absorción o trafo interfásico, qu e garantiza la independencia de los rectificadores conectados. Para conectar dos equipos rectificadores en paralelo es necesario que tengan la misma tensión en vacío, sin embargo, si la caída de tensión en la carga es diferente para ambos se obtiene una ma la repartición de la carga. Se optimiza esta situación colocando bobinas de compensación o de absorción entre los neutros del sistemas.

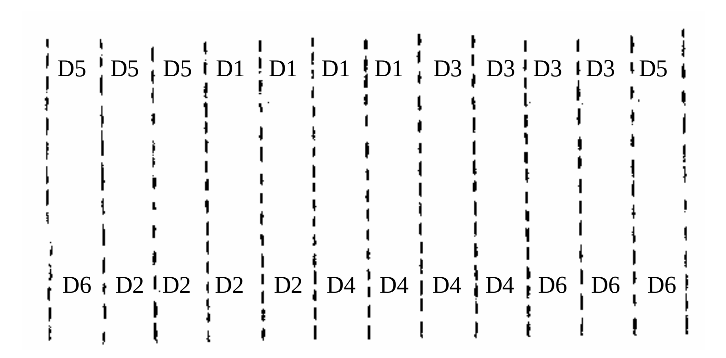
Este sistema consta de dos sistemas trifásicos conectados en estrella, cuyos devanados están desfasados en 180º el grupo 1 respecto al grupo 2. ejemplo: devanado 1 con 6, devanado 3 con 2 y devanado 5 con 4.

Los neutros de los dos sistemas trifásicos se unen a través de una bobina de absorción, de cuyo punto medio se conecta la Rc.

El grupo 1 alimenta los ánodos de los diodos D1-D3-D5 y el grupo 2 a los ánodos de los diodos D2-D4-D6. Se entiende el funcionamiento considerando que la bobina de conmutación permite la conducción simultánea de dos diodos (Dos diodos polarizados en forma directa)





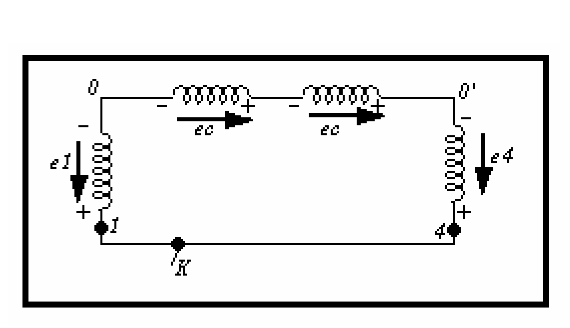


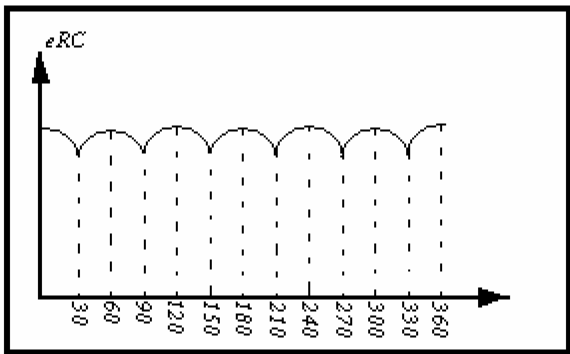
Cada diodo conduce 120º

Para T = T1, las tensiones E3-E6-E5 son negativas, por lo tanto, los ánodos E3-E5-E6 están inactivos. Las tensiones E1 y E4 son positivas y ambos diodos conducen simultáneamente. E2 es positivo, pero VD2 = E2-E4, el cual es negativo, luego el diodo 2 no conduce.

T = T1 (D1 – D4 conducen)

Analizando el circuito K1-on-0-4K.



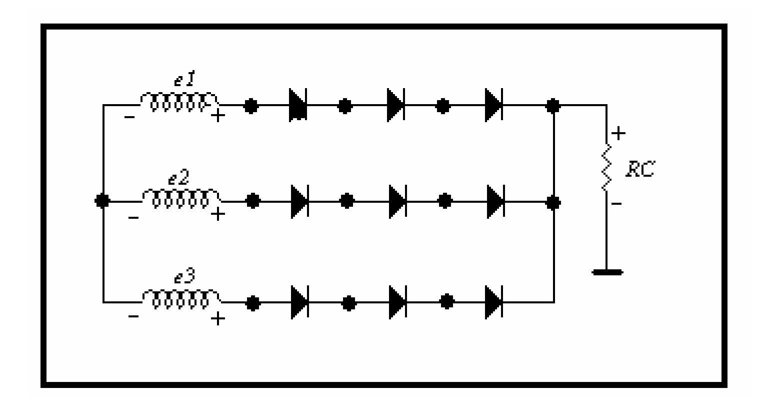


La tensión que existe en la bobina de absorción es igual a ½ de la diferencia de las tensiones es más positiva en un instante dado.

Se concluye que en el grupo 1 se comporta independiente del grupo 2, cada grupo funciona como un rectificador de media onda, en que la conducción de cada diodo es de 120º.

Siempre conducen 2 diodos a la vez. La diferencia de las tensiones de los ánodos qu e conducen simultáneamente, aparecen en los bornes de la bobina de absorción y la tensión aplicada en la Rc es la correspondiente a los grupos 1 y 2. la tensión en la carga, según se observa en el gráfico, tiene el doble de la frecuencia de cada uno de los grupos P = 6.

CONEXION DE DIODOS



VRM = Tensión inversa máxima en la rama o por fase.

En sistemas rectificadores de potencia se recurre a la conexión de diodos en serie cuando se requiere de grandes tensiones inversas por ramas.

Se recurre a la conexión de diodos en paralelo cuando se desea una corriente en la carga de valor elevado.

Debido a la naturaleza intrínseca de los diodos semiconductores, se deben tomar ciertas consideraciones en el diseño.

CONEXION DE DIODOS EN SERIE

Cuando la tensión de ruptura inversa es muy grande (VRM) y algunas veces mayor que la tensión de ruptura del diodo, es necesario emplear un arreglo de diodos en serie, de modo que la sumatoria total de las tensiones inversas sea mayor que la tensión a rectificar.

Ejemplo: en un rectificador trifásico de ½ onda de 1000 v máximos a rectificar, que tensión máxima por rama existe (VRM), si el diodo a emplear tiene un valor de 400v.

Cuantos diodos se necesitan:

1000V máx.
n = Número de iodos
VLDC = 0,827 Vmáx.
VLDC = 821
PIV = 1736,7

$$N = \frac{VRM}{PIV} = \frac{1736{,}7}{400} = 4{,}34 \text{ (5 diodos).}$$

NOTA:

Fórmula válida sin resistencias compensadoras y condensadoras que emplean la misma tensión.

Si se destruye un diodo significa que los demás debe soportar una tensión inversa mayor que lo normal y luego también se destruyen.

Para eliminar esta situación se colocan resistencias en paralelo con los diodos, y la corriente que pasa por la resistencias debe ser mayor que la corriente que soportan los diodos.

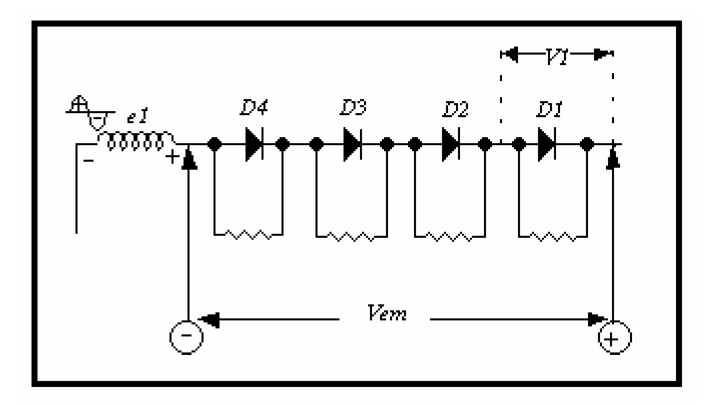
Los inconvenientes que presenta colocar resistencias son:

a) no es capaz de absolver los transientes de la alimentación, y absorbe potencia. Para evitar esto se colocan condensadores en paralelo.

Cuando se conecta en serie un conjunto de diodos, las tensiones inversas aplicadas a la rama (VRM), no se reparte por igual entre todos ellos. En la práctica sucede esto, debido a que el tiempo de recuperación inversa (TRr) no es el mismo para todos los diodos.

Se define el tiempo de recuperación inversa (TRr), al mismo tiempo que se demora el diodo en conmutar de polarización directa a polarización inversa. El tiempo de recuperación inversa (TRr) no es el mismo para cada uno (por razones estadísticas). Sucede que en el momento de inversión de la tensión aplicada a la rama, los diodos más rápidos dejaran de conducir antes en perjuicio de ellos, pues deberán soportar una tensión mayor.

La repartición de la tensión inversa en los diodos de la rama, se equilibran conectando resistencias en paralelo con cada uno de los diodos.



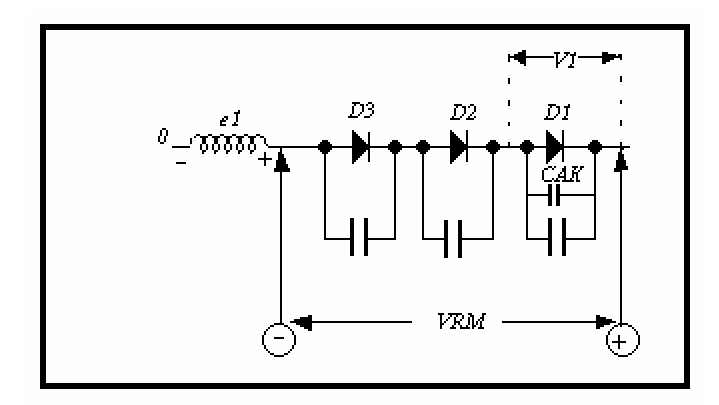
Para optimizar los inconveniente de colocar resistencias, debido a que estas no amortiguan los transientes de tensión, se colocan condensadores en paralelo.

$$Xc = \frac{1}{2\,II\,F\,C}\ (Ohms)$$

Con esta expresión se verifica que la reactancia capacitiva del condensador es capaz de absorber a los transientes de la línea, disminuyendo su reactancia en forma transitoria y transformando la sobre tensión en corriente.

Si el transiente es negativo, el diodo es bloqueado y no hay circulación de corriente, por lo que el diodo se comporta como un circuito abierto.

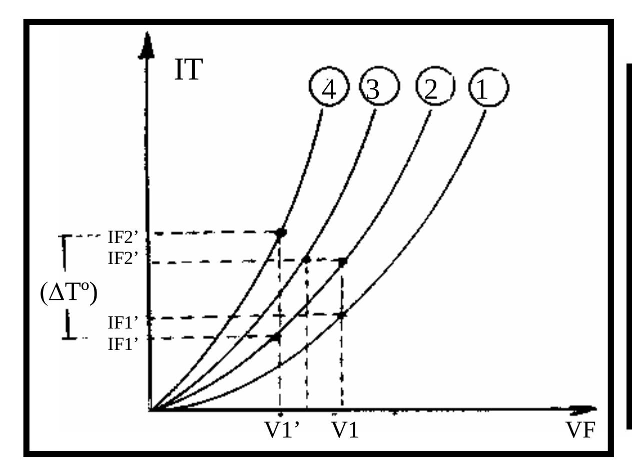
Si el transiente es positivo, el diodo conduce, aumenta la corriente, pero no sube en el diodo la tensión.

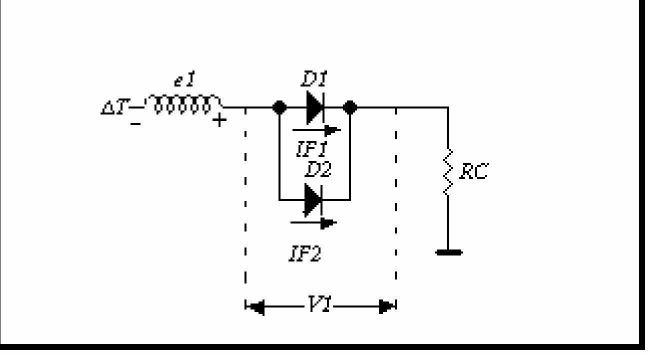


La capacidad del condensador debe ser mayor que la capacidad ánodo -cátodo del diodo.

Los valores típicos de la capacidad ánodo –cátodo de un diodo de juntura (CAK) es de 100 Pf. Luego el condensador en paralelo debe ser mayor que 100 Pf.

CONEXION DE DIODOS EN PARALELOS





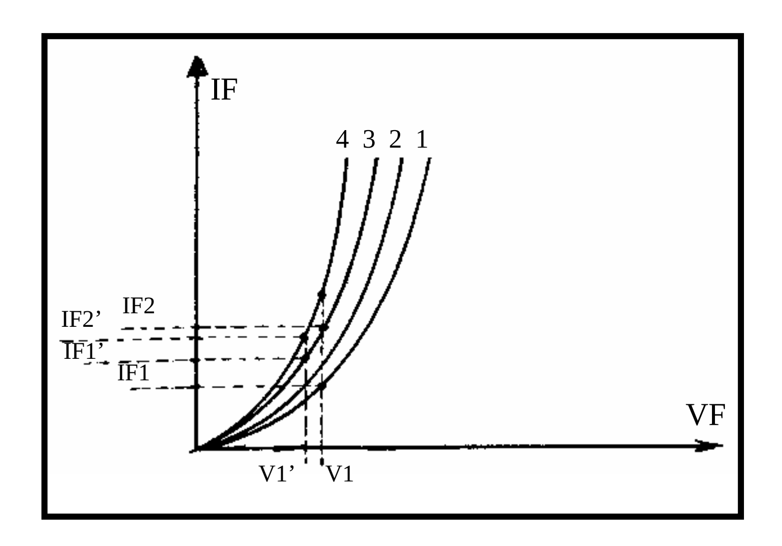
Cuando se requiere una corriente alta en la carga, es conveniente colocar varios diodos en paralelo.

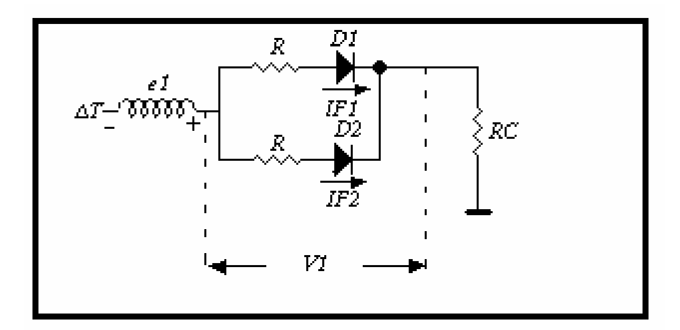
Debido a las características propias de cada diodo, las cuales pueden variar entre un diodo y otro, aún cuando sean de la misma ser ie, se pueden producir variaciones en las corrientes por diodo.

Supóngase dos diodos D1 y D2 en paralelo (figura), cuyas características estáticas sean diferentes (curvas 1 y 3 de la figura 125). Las corrientes suministradas por ambos diodos, con una tensión común, son IF1 e IF2.

Al aumentar la temperatura de las curvas varían, debido a que los diodos tienen un coeficiente negativo de temperatura. Esto significa que si se aumenta la temperatura, la tensión en sus bornes disminuye (V1'<V1), situación que se muestra en las curvas 2 y 4 de la figura.

Se entiende esta diferencia de corriente por rama, conectando una resistencia en serie con cada diodo (figura), que tiende a uniformar las características de todas las ramas.





En la figura b se verifica que la diferencia de las corrientes por rama, es menor, cuando se conectan resistencias en serie con los diodos.

Al aumentar la temperatura, las curvas 1 y 2 se desplazan, obteniéndose las curvas 2 y 4, demostrándose que la diferencia de c orrientes se hace menor.

El valor de la resistencia (R) en serie con el diodo será tantas veces menor, como mayor sea la corriente que circula por rama. La tensión entre los bornes de la resistencia varía entre 0,7 y 1,5 v máximos, debido a que la resisten cia disipa potencia. En sistemas donde se necesita radiar potencias elevadas a la salida, se utilizan bobinas o reactancias compensadoras.

$$IFAV = \frac{(0,8 + 0,2)\ IFAVM}{N}$$

N = Nº de diodos colocados en paralelo

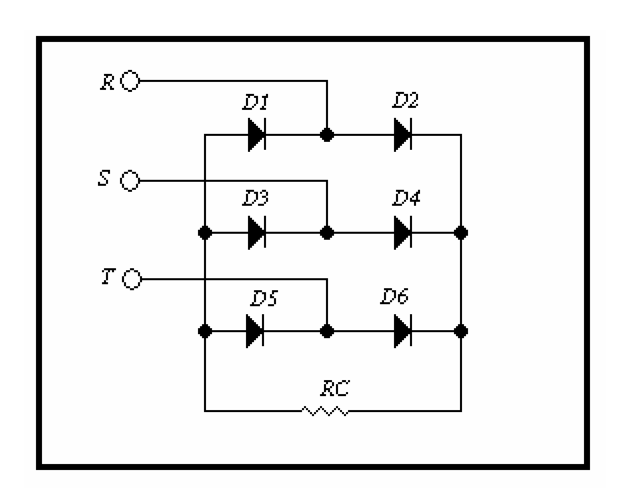
IFDV = Corriente máxima tolerable por el diodo

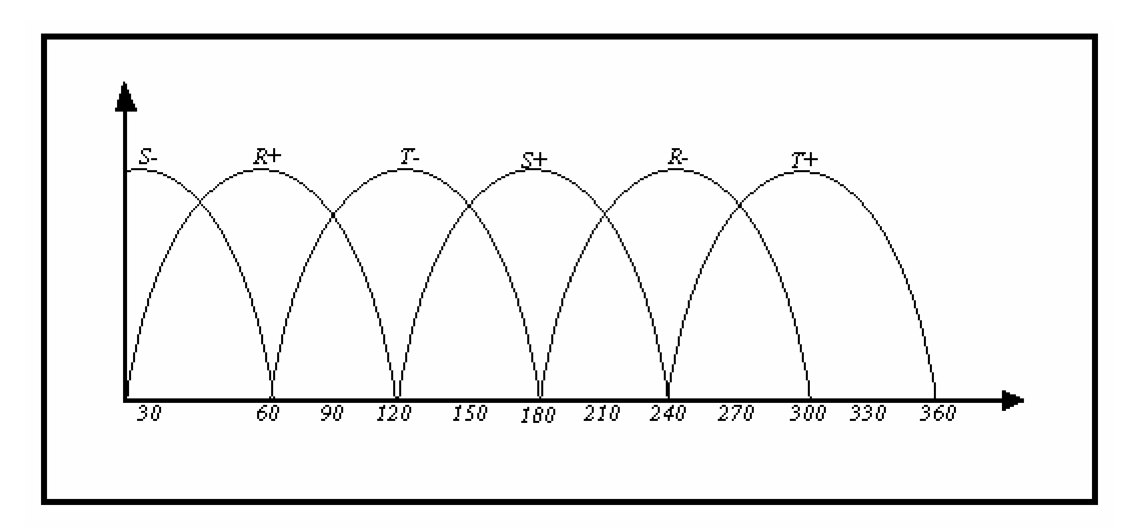
IFAVM = Es la corriente máxima tolerable por el diodo, y depende de la corriente media directa máxima que circula por cada uno de los diodos y de N, que es el número de diodos en paralelo conectados por rama.

En caso de emplear fusible independiente por diodo y debido a la resistencia propia del fusible, que efectúa una cierta compensación, se determina que:

$$IFAV = 0,85 + \frac{0,15}{N}\ IFAVM \text{ con fusible}$$

<u>POSIBLES FALLAS EN CIRCUITOS TRIFÁSICOS</u>





T^- = No conduce

S^+/ = No conduce

1. - DIODO ABIERTO = La corriente en la carga disminuye

2. - DIODO EN C/CTO = Quedan dos fases en c/cto. Esta situación es crítica ya que la corriente aumenta por los devanados, pudiendo destruirse el trafo por sobrecalentamiento de los devanados y las perdidas de aislamiento de la bobinas, con lo que la tensión continua en la carga disminuye.

	Magnitud	Símbolo	Carga	Rectificador de media onda					Rectificadores de onda completa	
				Monofásico	Bifásico	trifásico	hexafásico	Doble estrella	Monofásico	Trifásico
Onda salida	Tensión continua salida	V_m		0,45 V_S	0,90 V_S	1,17 V_S	1,35 V_S	1,17 V_S	0,90 V_S	2,34 V_S V_m
	Tensión eficaz salida	V		1,57 V_m	1,11 V_m	1,017 V_m	V_m	V_m	1,11 V_m	1,047 V_m
	Amplitud de tensión salida	V_M		3,14 V_m	1,57 V_m	1,21 V_m	1,047	1,047 V_m	1,57 V_m	1
	Factor de forma	K_S		1,57	1,11	1,017	1	1	1,11	1,047
	Factor de amplitud	K_A		2	1,415	1,19	1,047	1,047	1,414	4,2
	Factor de ondulación	Y		121	48,2	18,5	4,2	4,2	48,2	0,057
	Factor de pulsación	KP		1,57	0,667	0,25	0,057	0,057	0,667	
	Frecuencia del armónico									$6f$
	De orden inferior	f_r		f	$2f$	$3f$	$6f$	$6f$	$2f$	
Rectificad	Corriente media por rama	I_{Fm}		I_m	0,50 I_m	0,333 I_m	0,167 I_m	0,167 I_m	0,50 I_m	0,333 I_m
	Corriente eficaz por rama	I_F	R	1,57 I_m	0,785 I_m	0,588 I_m	0,408 I_m	0,293 I_m	0,785 I_m	0,577 I_m
			L		0,707 I_m	0,577 I_m	0,408 I_m	0,289 I_m	0,707 I_m	0,577 I_m
	Corriente máxima por rama	I_{FM}	R	3,14 I_m	1,57 I_m	1,21 I_m	1,047 I_m	0,525 I_m	1,57 I_m	1,047 I_m
			L		Im	I_m	I_m	0,50 I_m	I_m	I_m
	Tensión inversa máxima	V_{RM}		3,14 V_m	3,14 V_m	2,1 V_m	2,1 V_m	2,1 V_m	1,57 V_m	1,047 I_m

Transformador	Tensión eficaz de fase secundario del transformador	V_S^2		2,22 V_m	1,11 V_m	0,855 V_m	0,74 V_m	0,855 V_m	1,11 V_m	0,428 V_m
	tensión eficaz de línea secundario del transformador	V_{12}		2,22 V_m	2,22 V_m	1,48 V_m	1,48 V_m	1,48 V_m	1,11 V_m	0,74 V_m
	corriente eficaz del secundario del transformador	I_S^2	R	1,57 I_m	0,785 I_m	0,588 I_m	0,408 I_m	0,293 I_m	1,11 I_m	0,816 Im
			L		0,707 I_m	0,577 I_m	0,408 I_m	0,289 I_m		0,816 Im
	potencia aparente del secundario del transformador	S_2	R	3,49 V_mI_M	1,74 V_mI_m	1,51 V_mI_m	1,81 V_mI_m	1,50 V_mI_m	1,23 V_mI_m	1,05 V_mI_m
			L		1,57 V_m I_m	1,48 V_mI_m	1,81 V_mI_m	1,48 V_mI_m	1,11V_mI_m	1,05 V_mI_m
	factor de utilización del secundario del transformador	K_2	R	0,287	0,575	0,662	0,552	0,665	0,812	0,954
			L		0,637	0,676	0,552	0,675	0,900	0,954
	tensión eficaz del primario del transformador (N = 1)	V_S^1		2,22 V_m	1,11 V_m	0,855 V_m	0,74 V_m	0,855 V_m	1,11 V_m	0,428 V_m
	corriente eficaz del primario del transformador (N = 1)	I_S^1	R	1,57 I_m	1,11 I_m	0,484 I_m	0,577 I_m	0,408 I_m	1,11 I_m	0,816 I_m
			L		I_m	0,471 I_m	0,577 I_m	0,408 I_m	I_m	0,816 I_m
	potencia aparente del primario del transformador	S	R	3,49 V_mI_m	1,23 V_mI_m	1,24 V_mI_m	1,28 V_{mIm}	1,047 V_mI_m	1,23 V_mI_m	1,047 V_mI_m
			L		1,11 V_mI_m	1,21 V_mI_m	1,28 V_mI_m	1,047 V_mI_m	1,11 V_mI_m	1,047 V_mI_m
	factor de utilización del primario del transformador	K_1	R	0,287	0,813	0,663	0,781	0,954	0,812	0,954
			L		0,90	0,828	0,781	0,954	0,900	0,954

PRÁCTICA

ELECTRÓNICA

INDUSTRIAL

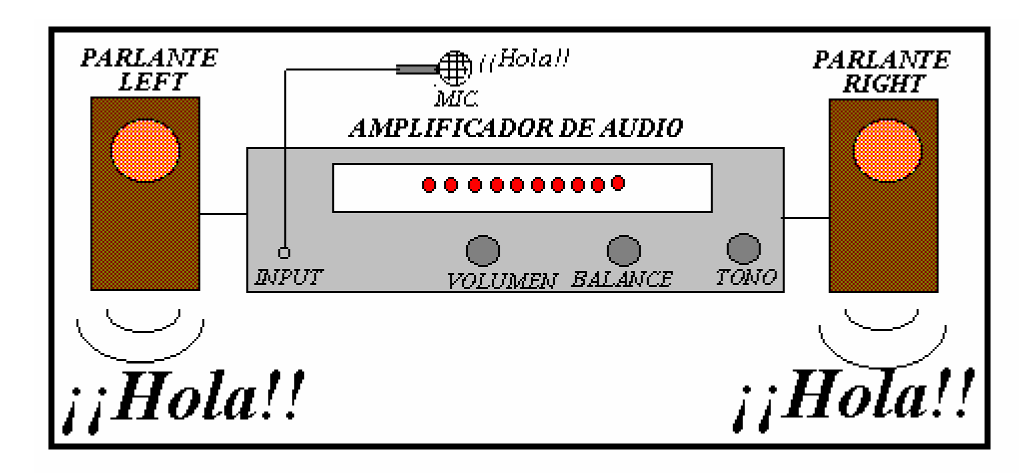
ENVÍO 5



AMPLIFICADORES DE AUDIO

Un amplificador puede ser definido como un circuito o sistema electrónico que recibe una señal de entrada relativamente débil, la procesa internamente y entrega a la salida una señal más potente. Dependiendo de sí la señal de salida tiene o no la misma forma de onda de la señal de entrada, un amplificador puede ser lineal o no lineal.

En este capitulo nos referiremos exclusivamente a los amplificadores lineales, como los utilizados para amplificar señales de audio.



Los amplificadores manejan señales que son representaciones eléctricas de cantidades físicas como la voz, el sonido, la luz, etc. La conversión de estas últimas en señales eléctricas, o viceversa, la realizan transductores como el micrófonos, el parlante, los fotodiodos, las termocuplas, etc. La amplificación propiamente dicha la efectúan dispositivos activos como válvulas, transistores y circuitos integrados, asociados a componentes pasivos como resistencias, condensadores, bobinas y transformadores.

La necesidad de amplificar, es decir de convertir una señal debil en una señal más fuerte, está prácticamente presente en todos los sitemas electrónicos (audio, video, comunicaciones, control de potencia, etc.)

Todas las señales de audio provenientes de fuentes de sonido tales como micrófonos, sintonizadores, grabadores, etc., son muy debiles de intensidad y por lo tanto, necesitan ser amplificadas convenientemente para que el oído las pueda recibir a un buen nivel audible. El dispositivo que logra esto es el amplificador de audio.

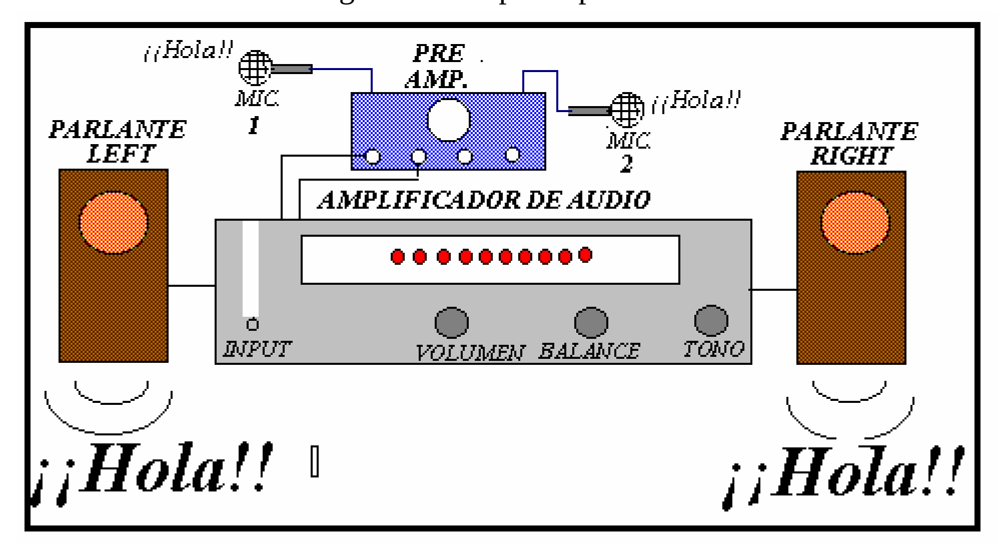
Las etapas que normalmente constituyen un amplificador de audio son:

a)Pre-amplificador de audio.
b)Driver de audio.
c)salida de audio.

Es importante destacar que existen amplificadores de audio con un mayor número de etapas.

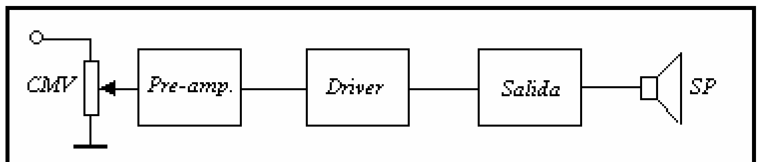
PREAMPLIFICADORES.-

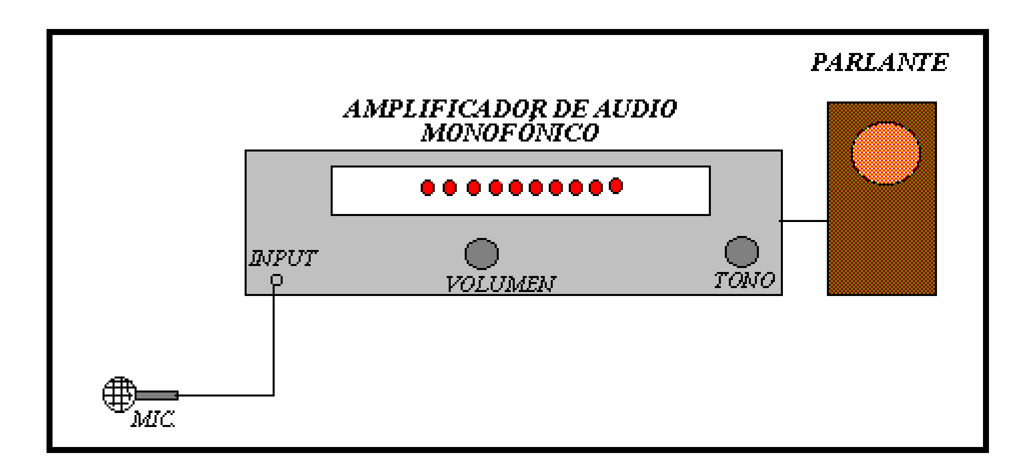
Los preamplificadores, como su nombre lo indica, son amplificadores previos al amplificador principal de un sistema de sonido, que se utilizan para incrementar el nivel de señales pequeñas, como las provenientes de un m icrófonos, de modo que puedan ser procesadas con muy bajos niveles de ruido y sin causar distorsión. Los circuitos con estas características se denominan algunas veces preamplificadores de señal.

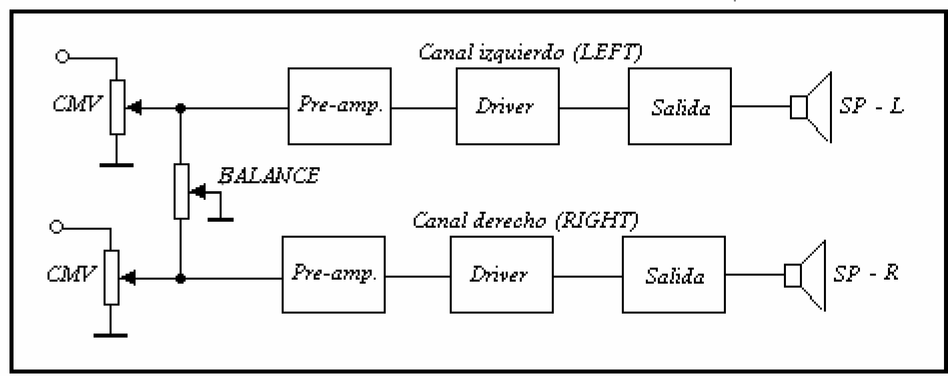


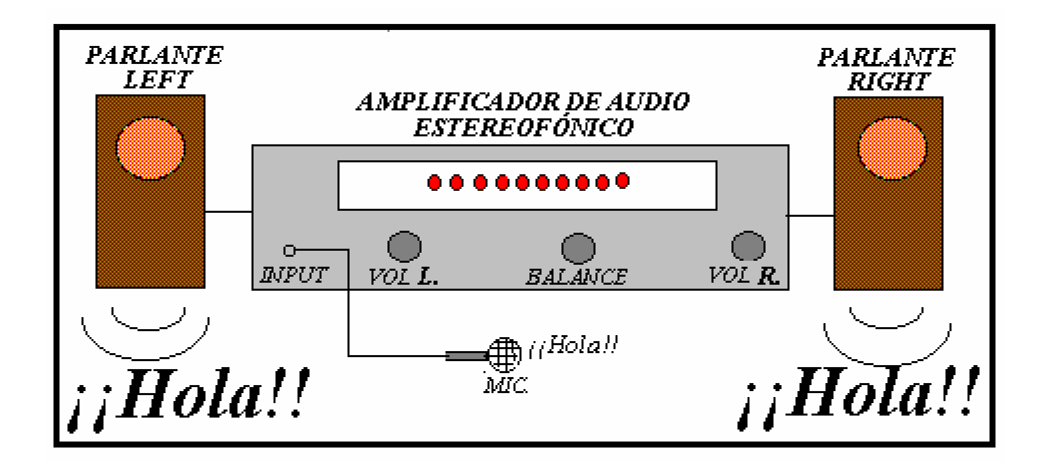
La figura siguiente muestra un diagrama en bloques de un amplificador de audio monofónico y uno estereofónico. Nótese que en el amplificador de audio estereofónico existe la composición de dos amplificadores de audio monofónicos, denominandose cada uno de ellos canal izquierdo (Left chanel) y canal derecho (Right chanel) respectivamente.







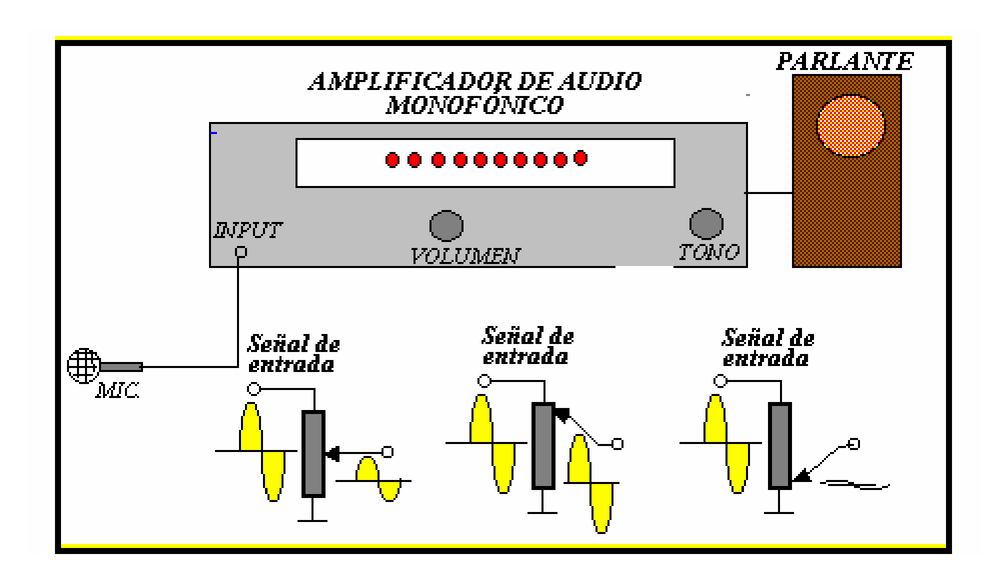




Normalmente existen diferencias de arquitectura entre un amplificador de audio y otro, diferencias que fundamentalmente estan centradas en la forma constructiva del amplificador, cantidad de etapas que lo conforman y lo más importante, el tipo de salida de audio empleada.

CONTROLES DE VOLUMEN.-

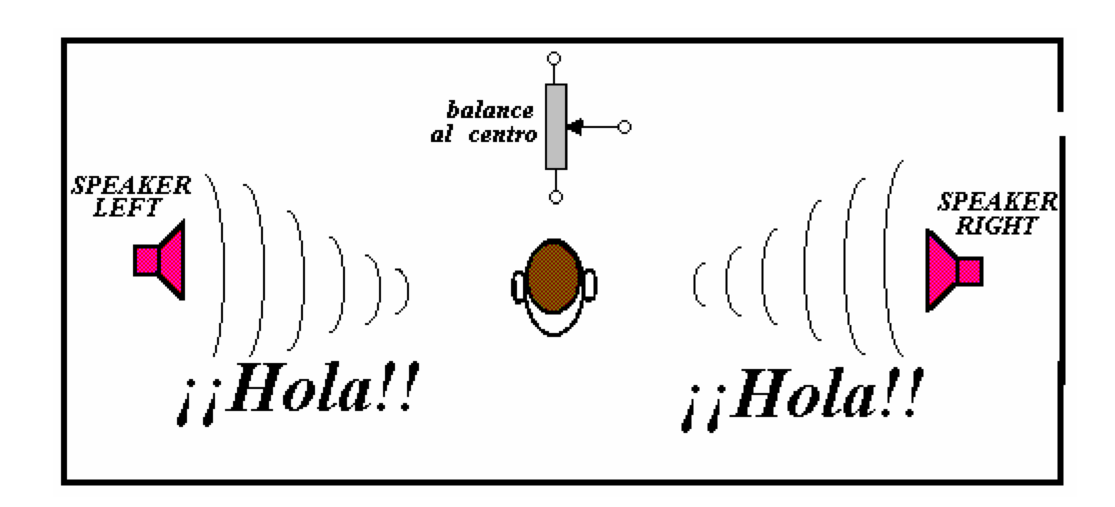
Todos los sistemas de audio deben incluir algún medio de control de volumen para limitar la cantidad de señal que se apli ca al amplificador de salida y evitar así su saturación. En la mayoría de los casos, el control de volumen es un simple potenciometro, preferiblemente logarítmico, localizado en el preamplificador.

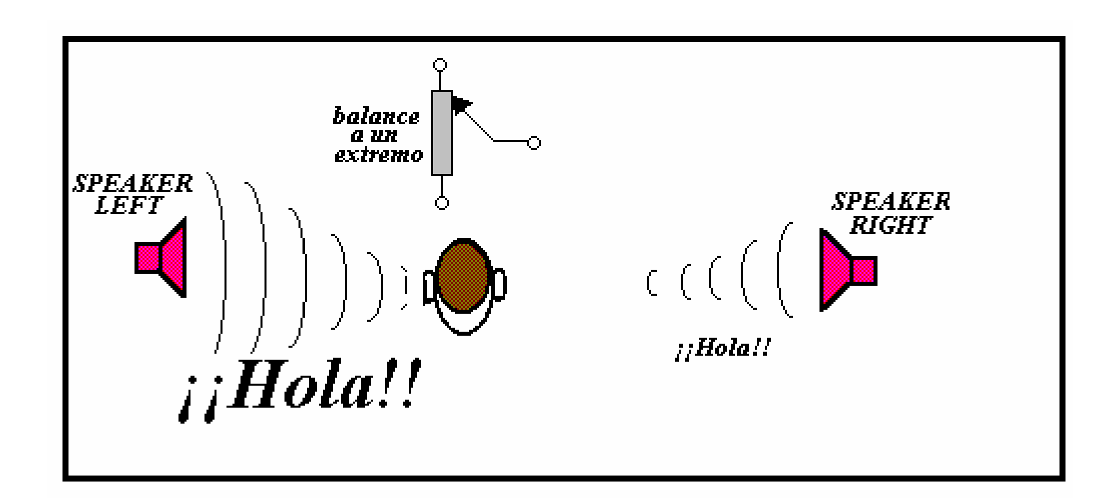


CONTROLES DE TONO.-

Los controles de tono son redes, pasivas o activas, que le permiten al oyente de un sistema de audio modificar la respuesta de frecuencias del preamplificador, que es plana, para adecuarla a sus gustos personales, por ejemplo, reforzar o atenuar el volumen de los graves o los agudos de una selección musical y conseguir así enfatizar sonidos específicos, digamos los violines de una orquesta. Típicamente incluyen dos potenciometros, uno para los bajos (Bass) y otro para los altos (Treble), y proporcionan una curva de respuest a de frecuencia optima.

CONTROL DE BALANCE.-

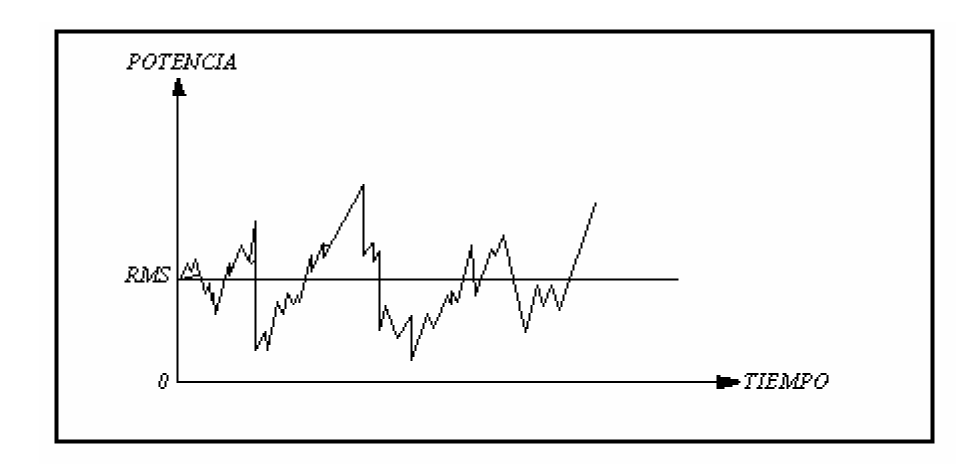




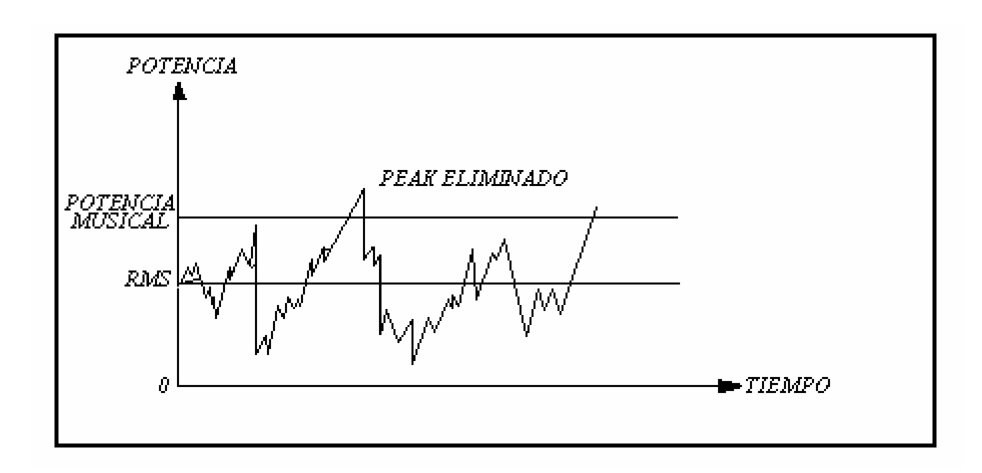
CARACTERÍSTICAS DE UN AMPLIFICADOR DE AUDIO. -

1.-Potencia de salida contínua o RMS. - Corresponde a la potencia máxima que el amplificador puede entregar al sistema de parlantes en forma sostenida durante todo el tiempo que se desee.

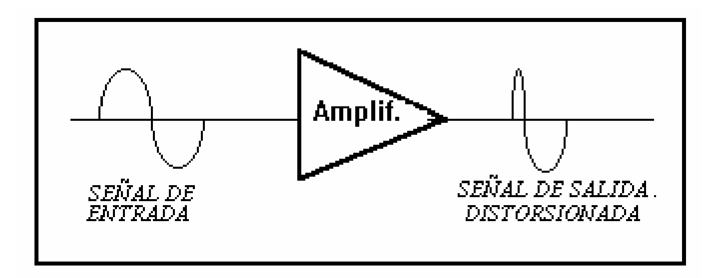
Acualizando estadísticamente como varía la potencia en función del tiempo, se vio que ésta sube y baja caprichosamente, jamás manteniendo un nivel constante. Sin embargo, existe un nivel de potencia representativo al cual llamaremos "potencia continua o RMS".



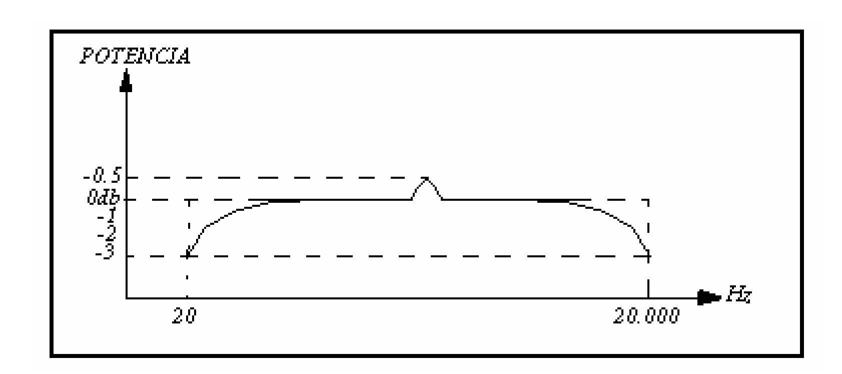
2.-POTENCIA DE SALIDA DINÁMICA O MUSICAL. - Es la máxima potencia que el amplificador puede entregar en forma ocasional, por breves intervalos de tiempo. Señales con niveles de potencia mayores que éste, el amplificador los elimina causando fuerte distorsión.



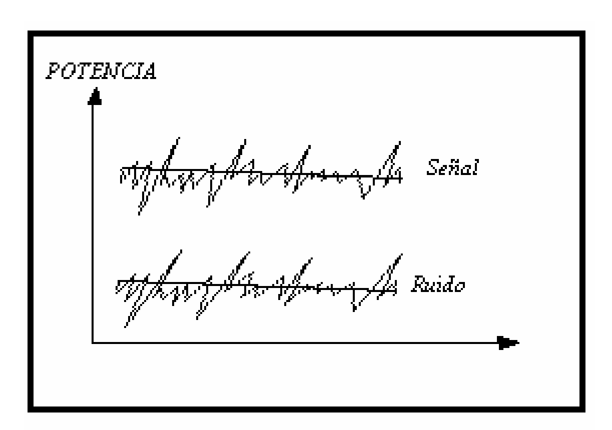
3.-DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL.- Se dice que hay distorsión cuando la señal de audio sufre alteraciones en su forma al ser procesada por el amplificador. Por supuesto, mientras menor sea esa alteración, el amplificador tendrá mayor fidelidad. Viene indicada en porcentaje.



4.-RESPUESTA DE FRECUENCIAS.- Es el rango de frecuencias que el amplificador es capaz de responder en forma eminentemente constant e. La respuesta de frecuencias viene indicada en decibeles.



5.-RELACIÓN SEÑAL RUIDO.- Corresponde al cuociente entre la señal del programa y el ruido generado por el amplificador. Por supuesto, mientras más grande sea este cuociente, mejor es el amplificador.



6.-ENTRADAS.-Se llaman entradas de un amplificador, las conexiones que lo unen a los dispositivos que le suministran la señal programa al amplificador.

Existen dos características principales que adaptan las entradas a estos dispositivos, estas son la sensibilidad y la impedancia de entrada.

La sensibilidad corresponde a la mínima amplitud que debe tener la señal de audio en la entrada, para que le permita al amplificador desarrollar su potencia nominal y conservar todas las otras características.

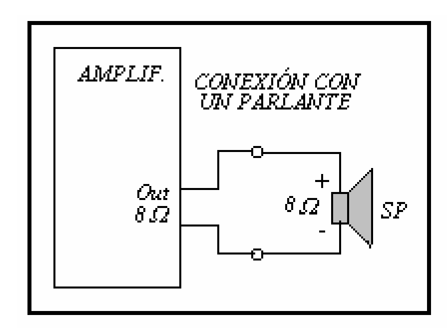
La impedancia de entrada equivale a la oposición que presenta el circuito a las señales de audio y es dependiente de la frecuencia de la señal.

7.-SALIDAS.- Se llaman salidas de un amplificados, a las conexiones que permiten unir éste con los dispositivos que utilizarán finalmente la señal programa (parlantes, audífonos, grabadoras, etc.).

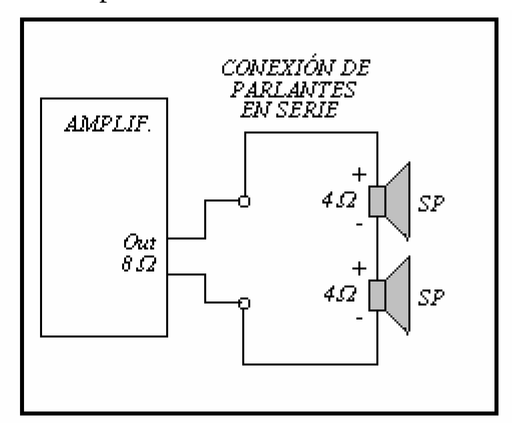
La impedancia del aparato conectado a la salida debe ser igual o parecida a la impedancia de salida del amplificador. Si no se cumple este requis ito puede suceder lo siguiente: si la impedancia del parlante, por ejemplo, es mayor que la impedancia de salida del amplificador, la potencia de salida del amplificador baja considerablemente. En cambio, si la impedancia del parlante es menor que la impe dancia de salida del amplificador, se pueden ocasionar daños en el amplificador.

Si se desea conectar más de un parlante a la salida del amplificador, deben hacerse las conexiones necesarias para mantener equilibrada la impedancia.

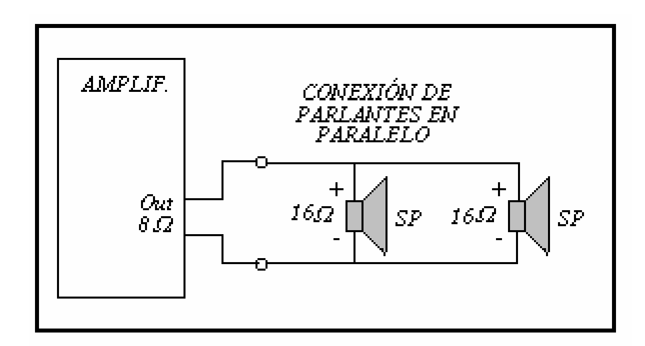
Ejemplos de equilibrio:



En la conexión serie las impedancias se suman:

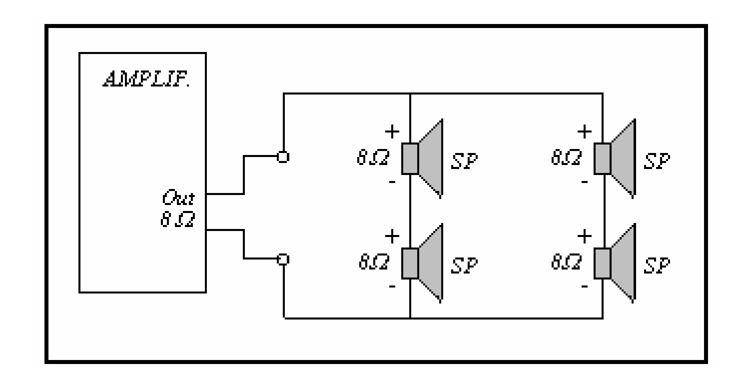


En la conexión paralelo las impedancia baja a la mitad si ambas son iguales:



Si se dispone solo de parlantes de 8 Ω, la única conexión posible es la que se indica en la figura anterior.

Los dos primeros parlantes conectados en serie reflejan una impedancia de 16 Ω. Lo mismo ocurre con los dos parlantes restantes. Pero ambos grupos de 16 Ω, reflejan una impedancia total de 8Ω..



ARMADO DE UN AMPLIFICADOR DE AUDIO DE 1(W)

En general, un amplificador es un circuito que permite aumentar el nivel, ya sea de corriente o de voltaje, de una señal eléctrica.

Existen muchas clases de amplificadores y sus aplicaciones son multiples, entre ellas se encuentran los de audio, los de video, los de potencia utilizados para controlar motores, etc.

El que presentamos en este proyecto es un pequeño amplificador de audio con potencia de salida máxima de 1 (W).

Este circuito posee varias características importantes:

- Una de ellas es que se puede alimentar con una fuente simple de +12VDC, mientras que la mayoría de los amplificadores comunes utilizan fuente positiva y negativa.

-La otra es que está construido con transistores, lo que lo hace muy fácil de ensamblar y reparar. Además, los componentes son muy comunes y se encuentran en cualquier negocio de repuestos de electrónica.

La calidad del sonido que entrega este amplificador es muy buena considerando su sencillez; lo mas importante es que el bafle o caja acústica que se conecte e n su salida tenga también

adecuadas características.

El amplificador tiene 3 etapas diferentes:

La primera de ellas está conformada por un preamplificador, constituido por el transistor TR1 (BC546), que se encarga de aumentar el nivel de señal entregad o por la fuente de audio, el cual, puede ser demaciado bajo en algunos aparatos.

La segunta etapa la conforma el transistor TR2 (BC556), el cual actúa como driver de audio; su función es amplificar la señal antes de pasarla a los transistores de salida.

La última etapa la conforman los transistores TR3 (BC338) y TR4 (BC328), los cuales entregan su señal al parlante a través del condensador C5.

En este ejercicio utilizamos una caja acústica que posee un parlante de 8 Ohms.

El ensamble de la tarjeta del amplificador es muy sencillo; sólo se debe tener cuidado de verificar el diagrama esquemático.

En el momento de efectuar la soldadura se debe poner mucha atención para no causar cortos entre puntos adyacentes.

Ademas, se recomienda que una vez se termine el proceso de soldadura, se haga una limpieza de la tarjeta.

ORDEN DE OPERACIONES PARA EL ARMADO DEL AMPLIFICADOR

El orden de operaciones para realizar el montaje de los componentes es el siguiente:

1) Interpretar adecuadamente el esquema eléctrico del amplificador.

2) Comenzar montando en la tarjeta de circuito impreso todos los transistores, reconociendo primero el número de serie, su localización en la placa y el orificio al cual va conectado cada terminal.

Es importante destacar que un conexionado erroneo puede significar el deterioro del componente.

No es conveniente introducir los terminales de los transistores todo lo que permita su longitud, ni tampoco dejarlos muy altos sobre la placa.

Un termino medio asegurará una altura correcta y un suficiente alejamiento del cuerpo del transistor de la fuente de calor que es el cautín.

Los tres terminales del transistor no son intercambiables entre sí, por lo que comviene prestar suma atención a su correcta disposición.

3) Las resistencias son los pocos componentes que pueden colocarse indistintamente en una posición u otra, pues sus terminales son intercambiables entre sí.

Doblaremos los terminales de las resistencias con ayuda de un alicates, con el fin de dejarlos a la medida que señalen las perforaciones hechas en la placa para su colocación. La posición correcta de las resistencias será siempre vertical u horizontal. Una vez insertadas todas las resistencias en su lugar, se procede a su soldadura en el circuito impreso.

Con el circuito impreso visto desde el lado de las pistas de cobre, soldaremos cada uno de los terminales, pero sin doblarlos.

Una vez hecho esto, se corta el trozo sobrante justo por encima de la soldadura.

4) A continuación procederemos a soldar los condensadores. Para ello habra que reconocerlos previamente y luego insertarlos en el lugar apropiado.

Los condensadores traen impreso con digitos su valor sobre el cuerpo.

Si hay que doblar sus terminales para insertarlos sobre la placa, procuraremos hacerlo de forma que dicho valor quede bien visible una vez que esté en su posición definitiva.

Es corriente encontrarse con nomenclaturas tales como 5N6, que significa 5,6 nF, o lo que es igual, 5600 pF.

Si el valor del condensador viene dado a través del código de colores, deberá leerse tal como ya lo señalamos.

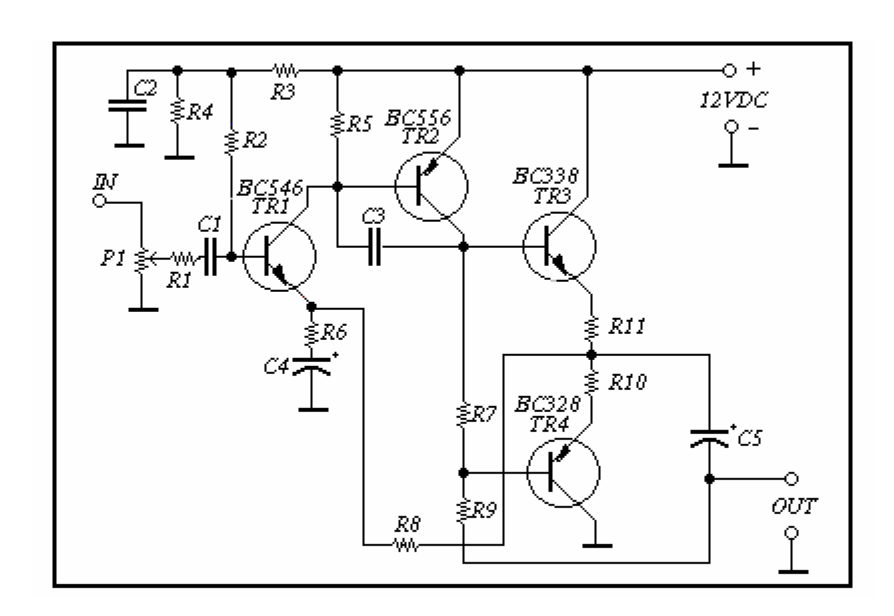
Con respecto a los condensadores electrolíticos, hay que tener un mayor cuidado que con las resistencias o con los condensadores cerámicos, pues deben situarse en una posición concreta, mientras que estos últimos no tienen polaridad.

Los condensadores electroliticos llevan sus terminales marcados como positivo y negativo.

5) Este amplificador va dotado de un potenciometro correspondiente al mando de volumen y debe ser instalado en los tres orificios fijados para ello y además en una posición única. Generalmente llevan el valor impreso lateralmente.

Para iniciar el armado del amplificador de audio, siempre es conveniente hacer un reconocimiento de la tarjeta de circuito impreso, colocandola a trasluz , de tal forma que se puedan visualizar todas sus pistas conductoras y con ello lograr la ubicación fácil de cada componente

ESQUEMA DEL AMPLIFICADOR DE AUDIO DE 1 (w)

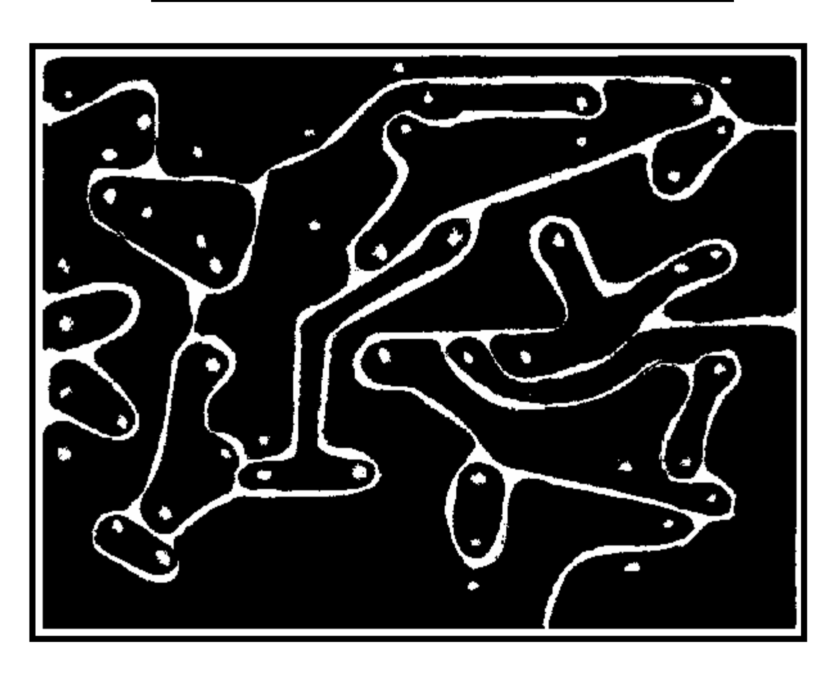


LISTA DE MATERIALES PARA EL ARMADO DEL AMPLIFICADOR

TR1 = BC338
TR2 = BC328
TR3 = BC546
TR4 = BC556
C1 = 4700 pF
C2 = 10.000 pF
C3 = 22 pF
C4 = 10 µF X 25 (V)
C5 = 470µF X 25(V)
R1 = 220 KΩ
R2 = 1 MΩ
R3 = 330 KΩ
R4 = 680 KΩ

R5 = 33 KΩ
R6 = 470Ω
R7 = 120Ω
R8 = 10 KΩ
R9 = 680Ω
R10 = 1Ω
R11 = 1Ω
P1 = 1MΩ

PICTOGRAMA DEL AMPLIFICADOR.-



PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN GENERAL EN UN AMPLIFICADOR DE AUDIO

NOTA: En este procedimiento y en los que siguen, se considera que la fuente de poder o de alimentación se encuentra funcionando e n perfectas condiciones.

Síntoma que presenta el amplificador: Sin sonido.

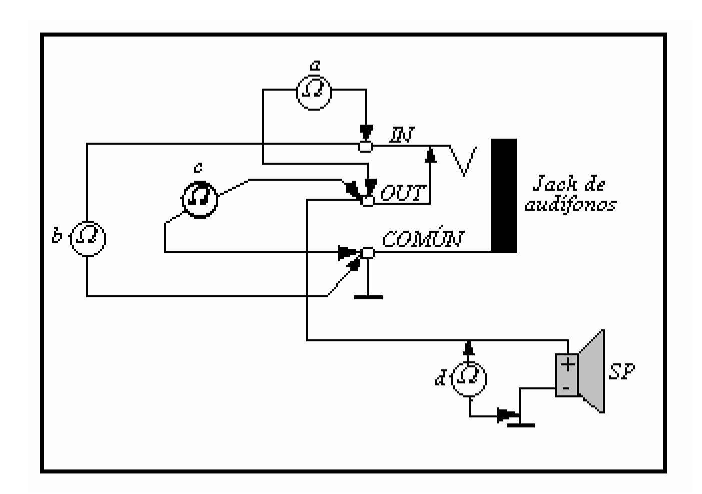
ORDEN DE OPERACIONES PARA LA REPARACIÓN:

1.-Realizar una impección visual para detectar posibles resistores quemados, cables de conexión cortados, componentes deteriorados mecáni camente, pistas del circuito impreso cortadas, soldaduras deterioradas, etc.

Si existe algún componente defectuoso, antes de reemplazarlo se debe determinar la causa del deterioro.

2.-Para determinar con exactitud si el amplificador de audio se encuentra defectuoso, en el extremo superior del control manual de volumen (CMV) se inyecta una señal de audio de bajo nivel (utilizar el microgenerador de audio construido anteriormente). Si las etapas amplificadoras del equipo se encuentran trabajando normalmente, se oira un sonido agúdo en el parlante. En cambio, si los amplificadores del equipo se encuentran defectuosos, la señal no se oirá en el parlante. Es importante destacar que para realizar esta prueba, el cmv debe estar ajustado para obtener máximo volumen.

3.-Si ya se determino con exactitud que el amplificador de audio se encuentra defectuoso, es conveniente revisar a través del óhmetro el estado del parlante y jack de audífonos. Esta prueba se realiza de la siguiente manera:



RESULTADO DE LAS MEDICIONES:

a)Entre los puntos IN y OUT = 0 Ω (sin chasquido).
b)Entre los puntos IN y común = 0 a 10 Ω (con chasquido).
c)Entre los puntos OUT y común = 0 a 10 Ω (con chasquido).
d)Entre los puntos - y + del parlante = 0 a 10Ω (con chasquido).

4.-Si el parlante y jack de audífonos se encuentran en buenas condiciones, se procederá a verificar la temperatura de los transistores de salida de audio (al tacto). Si la temperatura en algunio de ellos es excesiva, es porque el transistor se encuentra en cortocircuito y debe ser reemplazado.

Si la temperatura de funcionamiento es normal, se deberá continuar la investigación.

5.-Disponer el óhmetro en la escala X1 y verificar el estado de todos los transistores que conforman el amplificador de audio.

No debemos olvidar que las pruebas a realizar en un transistor son las siguientes:

a) Resistencia directa base - emisor.
b) Resistencia directa base - colector.
c) Resistencia inversa base - emisor.
d) Resistencia inversa base - colector.
e) Resistencia 1 entre colector y emisor.
f) Resistencia 2 entre colector y emisor.

6.-Si los transistores se encuentran en buenas condiciones, es conveniente medir las polarizaciones de todos los transistores que conforman el equipo.

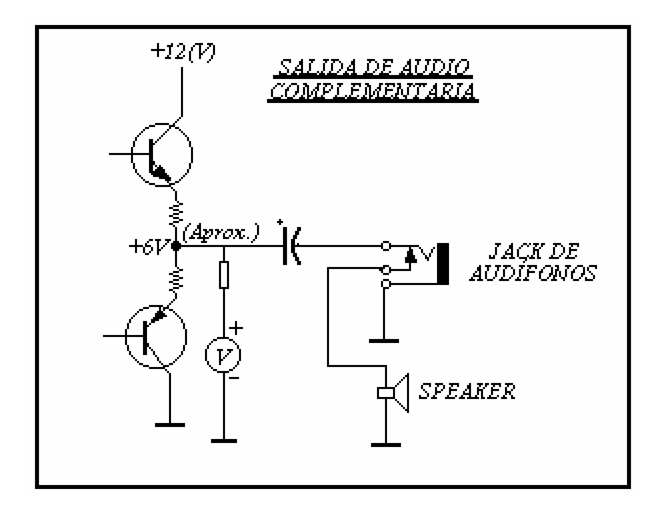
Si las polarizaciones están alteradas, verificar, con el óhmetro en la escala X1, todas las resistencias de bajo valor y diodos que se encuentren. Es importante destacar que para medir resistencias conectadas al circuito, se debe efectuar la medición de ellas en ambos sentidos y aceptar como más aproximado el resultado de mayor valor. También es conveniente revisar las pistas conductoras del circuito impreso, soldaduras frias, condensadores electrolíticos de baja capacidad y alto voltaje de aislación, etc.

Si las polarizaciones son normales, realizar una lectura de circuito completa del amplificador.

SÍNTOMAS TÍPICOS PROVOCADOS POR UN AMPLIFICADOR DE AUDIO. -

a) Sin sonido.
b) Sonido débil.
c) Sonido distorsionado.
d) Sonido intermitente.
e) Sonido oscilante.
f) Sonido máximo sin regulación del CMV.
g) Ruido al regular el volumen.
h) Sonido con ruido de fondo.
i) Ruido al momento del encendido.

Forma de comprobar el estado de una etapa de salida de audio complementaria, cuasicomplementaria o single ended.-

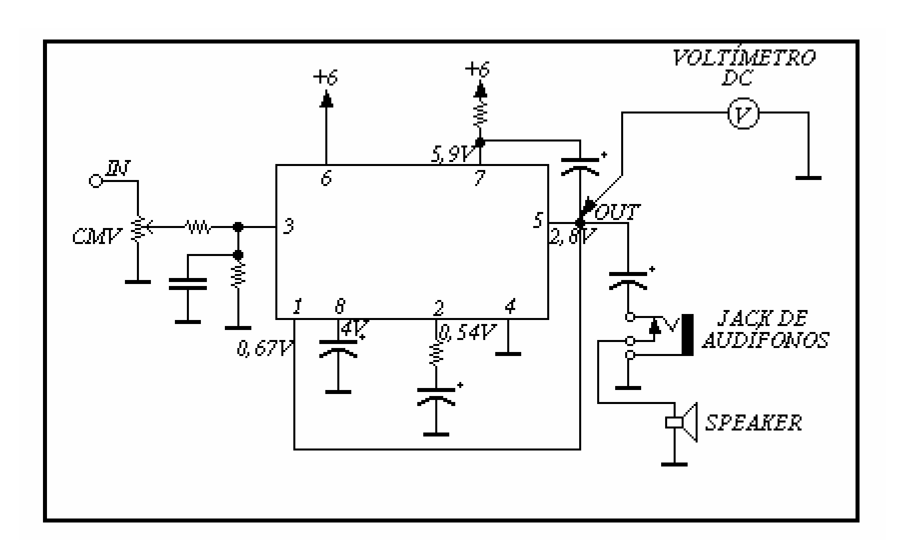


En condiciones normales de funcionamiento, en la unión de las resistencias de emisor (en este caso R1 y R2), debe encontrarse un voltaje aproximado a la mitad del voltaje que alimenta a los transistores de salida de audio (Vcc). En el caso de que estye volta je sea muy bajo o muy alto, lo más factible es que la falla se encuentre localizada en las etapas previas. Esto es producto del acoplamiento directo que normalmente existe entre ellas.

Si el amplificador se encuentra sin sonido y el voltaje en la unión de los transistores de salida es normal. se deberán revisar los elementos de acoplamiento al parlante (jack de audífonos, condensador electrolítico de acoplamiento al parlante, parlante, pistas de cobre del circuito impreso, etc.).

SECCIÓN DE AUDIO CON CIRCUITO INTEGRADO.-

1.-Monofónica.-



Procedimiento de reparación.-

a)Inyectar señal de audio en el pin Nº3 del circuito integrado.

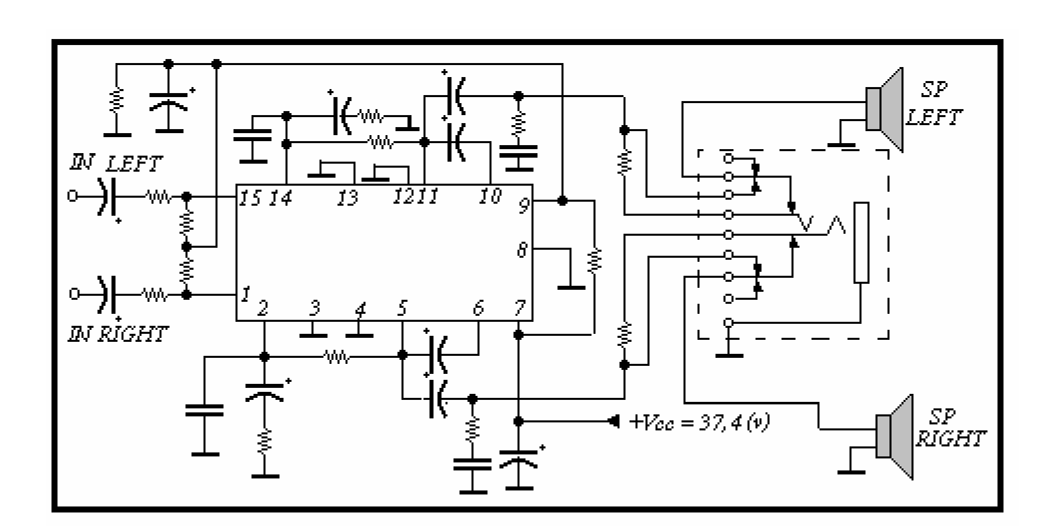
b)Verificar voltaje de polarización en los pines 6 y 7 del circuito integrado.

c)Medir voltaje de polarización en el pin de salida del circuito integrado (pin 5) y verificar si su valor es aproximadamente la mitad del Vcc que alimenta al circuito. Si este voltaje es muy bajo o muy alto, será un claro indicativo que el circuito integrado se encuentra defectuoso, o que algún condensador asociado se encuentra en cortocircuito o con grandes fugas.

Si el Vcc en el pin de salida se encuentra en su valor normal, se deberá revisar el condensador electrolítico que acopla la señal de audio al parlante, el cual es posi ble que se encuentre en cortocircuito o abierto. También se deberá revisar el parlante y jack de audífonos.

d)Verificar la temperatura del circuito integrado. Si esta es excesiva, es indicio de que el integrado se encuentra en cortocircuito.

2.-Estereofónica:



En los equipos actuales también es común encontrar amplificadores de audio estereofónicos que utilizan un solo circuito integrado, en el cual se incorpora el canal izquierdo (left) y el canal derecho (right).

La forma de comprobar su funcionamiento es análoga a la ya explicada para el circuito integrado monofónico, con la diferencia de que, en un circuito integrado estereofónico, se encontrarán dos entradas y dos salidas.

En el caso de fallar un canal del circuito integrado, se deberá cambiar toda la unidad.

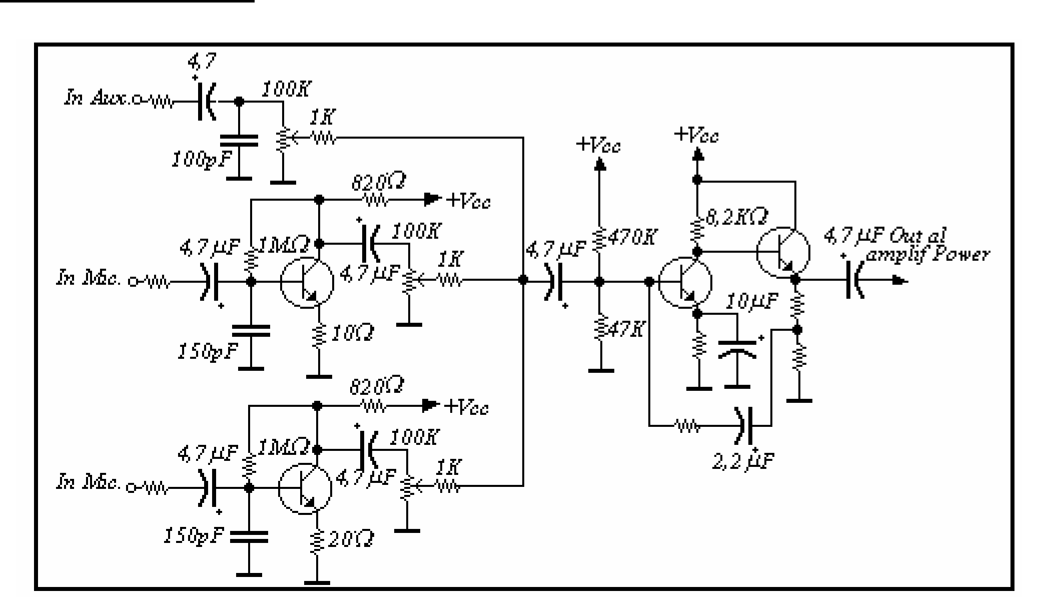
Como la potencia de estos circuitos integrados puede llegar a ser bastante alta, generalmente se encuentran montados sobre una placa de aluminio que hace las veces de disipador metálico.





PREAMPLIFICADOR DE MICRÓFONO Y AUX ILIAR

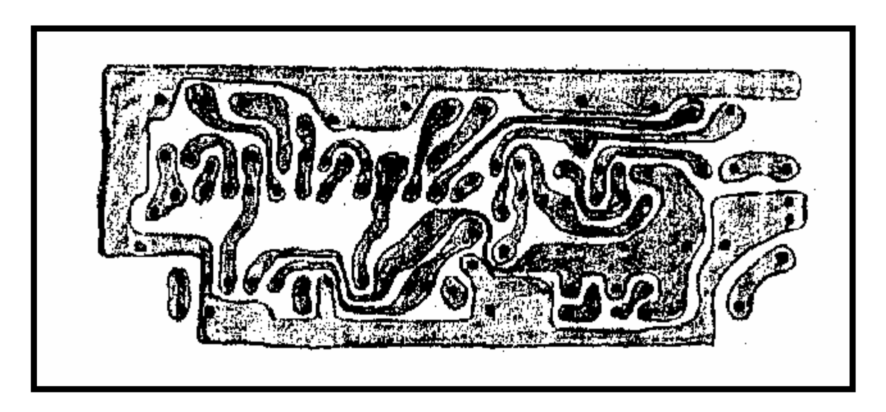
a)Esquema eléctrico



b)Listado de materiales

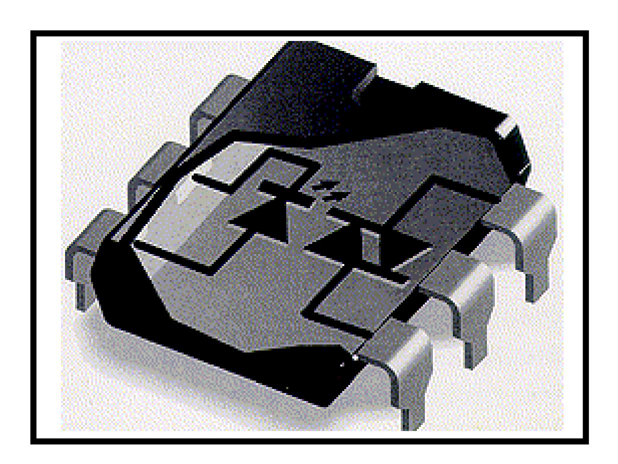
3 potenciometros de 100K.
1 condensador de 470µF/25v.
7 condensadores de 4,7µF/25v.
1 condensador de 2,2µF/25v.
1 condensador de 10µF/25v.
1 resistencia de 4,7KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 8,2 KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 5,6 KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 470 KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 47 KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 2,2 KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 3,9 KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 1,0 KΩ.- 1/4W.
1 resistencia de 1,5 KΩ.- 1/4W.
2 resistencias de 820 Ω.- 1/4W.
2 resistencias de 27 Ω.- 1/4W.
2 resistencias de 470 Ω.- 1/4W.
2 resistencias de 1M Ω.- 1/4W.
4 transistores BC109C.
2 condensadores de 150 pF.
2 condensadores de 10 pF.

c) Pictograma



d)Ubicación de componentes

CIRCUITOS INTEGRADOS PRACTIC OS

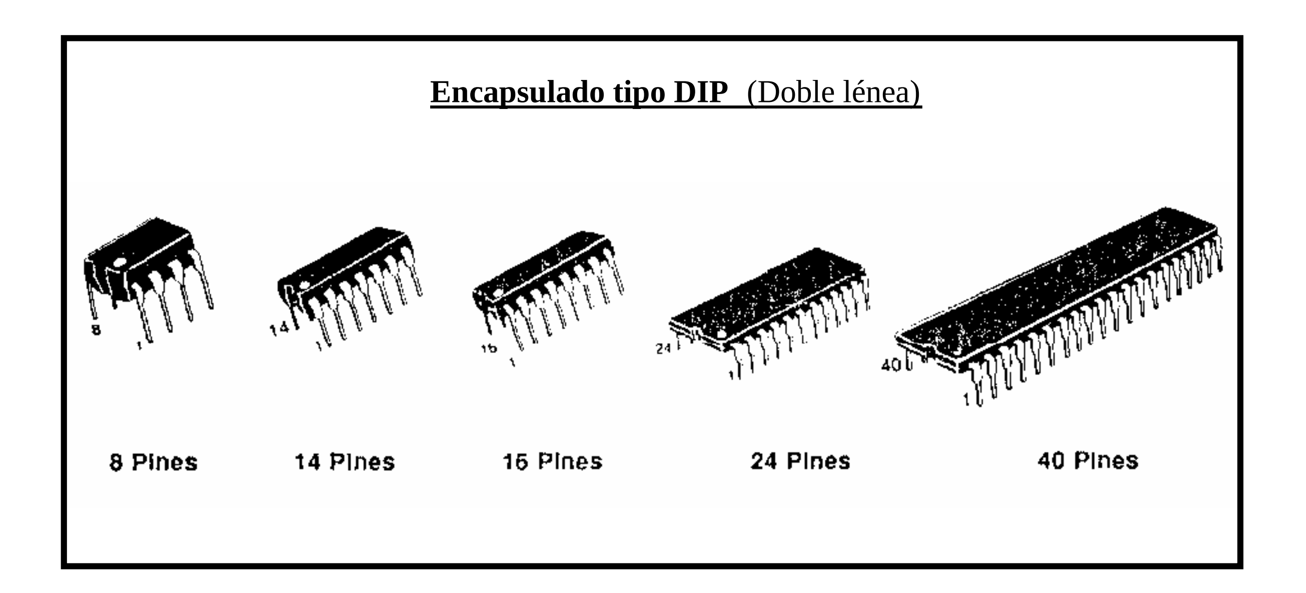


Es obvio que una de las razones principales del desarrollo de los circuitos integrados es la gran densidad de empaquetamiento de los componentes que se ha alcanzado.. Partiendo de los circuitos de integración de pequeña escala se han desa rrollado los de mediana escala **(MSI** = Mediun Scale Integratión) y a continuación los de gran escala (**LSI** = Large Scale Integratión) y éstos han dado lugar a los de integración de sistema total (**TSI** = Total System Integratión). Otras dos ventajas importante s son los bajos costos y su elevada fiabilidad.

TIPOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS. -

Los circuitos integrados se subdividen, normalmente, en lineales y digitales. Los lineales son los que responden a señales lógicas y los digitales a niveles lógicos.

Encapsulado tipo DIP (Doble lénea)

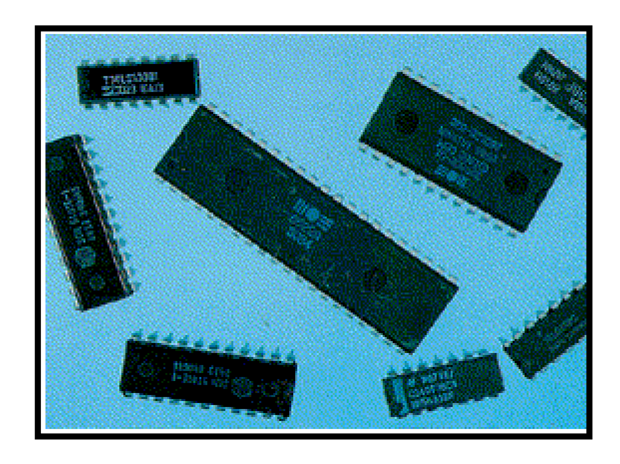


EJEMPLOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS LINEALES .-

a) Amplificadores operacionales.
b) Amplificadores de audio.
c) Amplificadores de banda ancha.
d) Amplificadores de potencia (con disipador térmico conectado).
e) Reguladores de tensión.
f) demoduladores, etc.

EJEMPLOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITALES. -

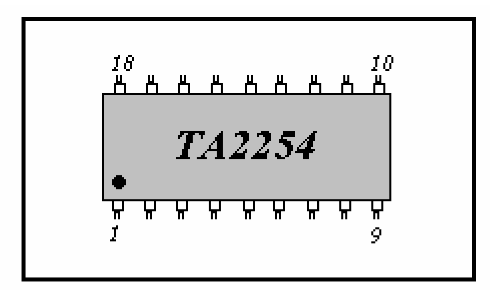
a) Compuertas lógicas and, or, not, nand, nor, etc.
b) Disparadores Schmitt, monoestables, biestables, contadores, regístros de desplazamiento, etc.
c) Memorias, relojes, etc.
d) Microprocesadores.



FORMA DE CONTAR LOS PINES DE UN CIRCUITO INTEGRADO. -

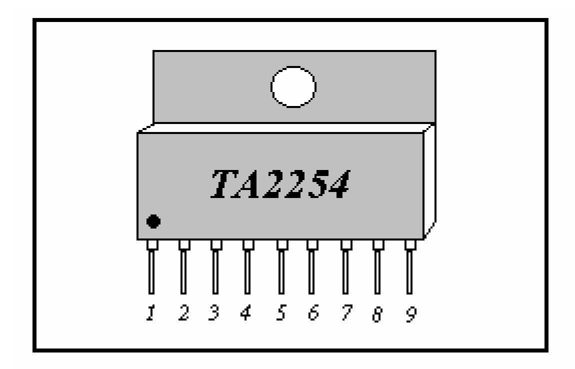
a)Circuitos integrados de dos líneas de contactos:

En este caso los pines se cuentan en sentido anti-horario, a partir del punto o muesca que trae en un extremo.



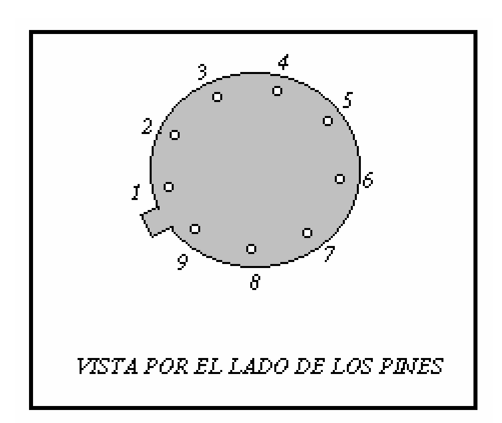
b)Circuitos integrados de una linea de contactos:

Cuando solo traen una línea de contactos, los pines se cuentan de izquierda a derecha, disponiendo el integrado con su cara al frente.



c)Circuitos integrados de linea circular:

Observandolos por la cara donde se muestran los terminales de conexión, estos se cuentan en sentido horario.



EXTRACCIÓN DE UN CIRCUITO INTEGRADO. -

En la vida normal de un equipo electrónico pueden llegar a ser defectuosos uno o más circuitos integrados. Después de haber sido éstos localizados, deben ser extraídos o desmontados y reemplazados por otros en buen estado y de las mismas características que el original. Para lograr este desmontaje se deben seguir las siguientes pautas:

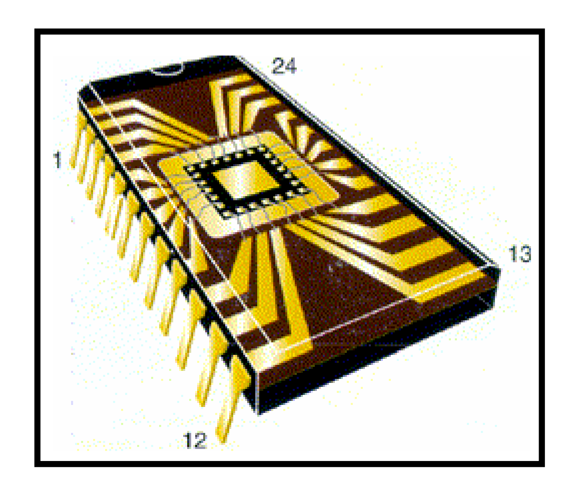
a)Utlizar cautínes de baja potencia (15 a 30 W) y soldadura con núcleo de resina que se funda a baja temperatura.

b)Emplear un extractor de soldadura que permita retirar la soldadura sin deteriorar el circuito impreso.

c)La extracción del circuito integrado se debe efectuar cuidadosamente para evitar deteriorar el circuito impreso.

d)La superficie debe quedar perfectamente limpia después de retirado el circuito integrado, sin que exista la posibilidad de establecer cortocircuitos entre conexiones de dos pistas adyacentes de dos pistas de cobre, si se esparse la solda dura.

INSTALACIÓN DEL CIRCUITO INTEGRADO SOBRE LA PLACA DEL CIRCUITO IMPRESO. -



a)Asegurarse de que la superficie donde se instalará el circuito integrado de reemplazo se encuentre limpia.

b)Montar el nuevo circuito integrado, asegurandose que quede en la misma posición del original.

c)Asegurese de que todos los pines del circuito integrado se encuentren en el lugar que corresponda y comience a soldar.

d)Revirar que la soldadura no esté puenteando dos o más pines del circuito integrado.

NOTA:

Al instalar un circuito integrado de potencia, se deberá agregar una capa delgada de grasa siliconada, entre el metal del circuito integrado y la placa de aluminio que hace las veces de disipador térmico, con lo cual se evita el calentamiento excesiv o en el circuito integrado durante el funcionamiento del equipo.

Existen equipos electrónicos donde los circuitos integrados van montados sobre una base, en cuyo caso resulta muy simplificado el proceso de extracción y colocación del nuevo circuito integrado.

FALLAS TÍPICAS DE UN CIRCUITO INTEGRADO. -

a)Cortocircuito.
b)Circuito abierto.
c)Intermitente.

FORMA DE PROBAR UN CIRCUITO INTEGRADO. -

No existen instrumentos que permitan determinar si un circuito integrado se encuentra en buenas o en malas condiciones al encontrarse fuera de la placa de circuito impreso, por lo que éste siempre deberá ser verificado encontrandose montado en el equipo y en funcionamiento, por lo tanto, las metodologías corrientemente empleadas son las siguientes:

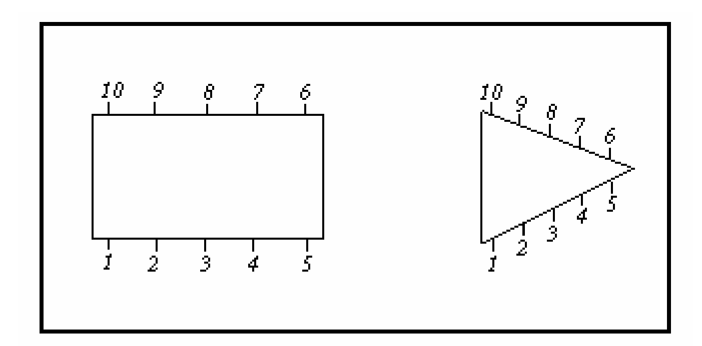
a) Con el equipo en funcionamiento verificar formas de onda de entrada y salida a través de un osciloscópio.

b) Mediante la medición de voltajes de polarización a través de un voltímetro.

c) Mediante la verificación de la temperatura del cuerpo con el tacto.

d) Por reemplazo.

SÍMBOLO ELÉCTRICO DE UN CIRCUITO INTEGRADO. -



FORMA DE MANIPULAR CIRCUITOS INTEGRADOS DE LA FAMILIA C-MOS

Los circuitos integrados de la familia C-MOS poseen una característica muy especial; alguno de sus electrodos posee un valor de resistencia de entrada extremadamente alta, e incluso superior a la de un aislador, pues su valor llega a la extraordinaria cifra de

1000.000.000.000 de ohms. Tan alta aislación se logra gracias al empleo de un óxido de silicio, cuya extructura molecular adolece la capacidad para tolerar tensiones, inclusive las estáticas inherentes a la actividad humana (es posible que se originen en ropas, objetos acrílicos, alfombras, etc., especialmente en zonas de baja humedad ambiental). Por tales razones, estos componentes resultan extremadamente sensibles y fáciles de dañar, incluso con el acto inocente de tomarlos con la mano para observarlos.

Para evitar la posibilidad cierta de descargas eléctricas de origen electrostático, tanto transistores como circuitos integrados C-MOS cubren sus electrodos durante el almacenamiento, mediante una esponja de polieuretano provisto de cualidades físicas que posibilitan la conducción de corriente, que desde el punto de vista eléctrico, los mantiene cortocircuitados.

Un segundo método consiste en envolver al componente en papel de aluminio.

El objetivo logrado con tales precauciones no es otro que el de permitir que cualquier potencial que alcance el componente no provoque daños, pues entre los electrodos en esta disposición no existirá presencia de potencial, aunque el voltaje de descarga electrostática alcance un nivel de miles de volts instantáneos.

Hace ya muchos años que Faraday se introdujo dentro de una jaula metálica para recibir una descarga de 1.000.000 de volts sin sufrir siquiera una leve molestia, debido a que en el interior de su jaula metálica existía el mismo potencial. Resulta entonces en extremo importante que el ambiente de trabajo en el cual se opera con componentes C-MOS sea equipotencial; en otras palabras, que no existan elementos o dispositivos conectados a distintos niveles de tensión. Sin duda lo ideal es tratar de reproducir, de alguna forma, la jaula del seños Faraday, instalando para ello un mesón, piso y sillas de metál conectadas a tierra y que el operador utilice pulseras metálicas conectadas al mismo potencial. Lo mismo resulta valido para los instrumentos y soldador a emplear para el trabajo.

La mayoría de los semiconductores de la familia C-MOS posee protección, pero tal precaución suele no resultar suficiente, por lo tanto, valen las lineas descritas arriba.

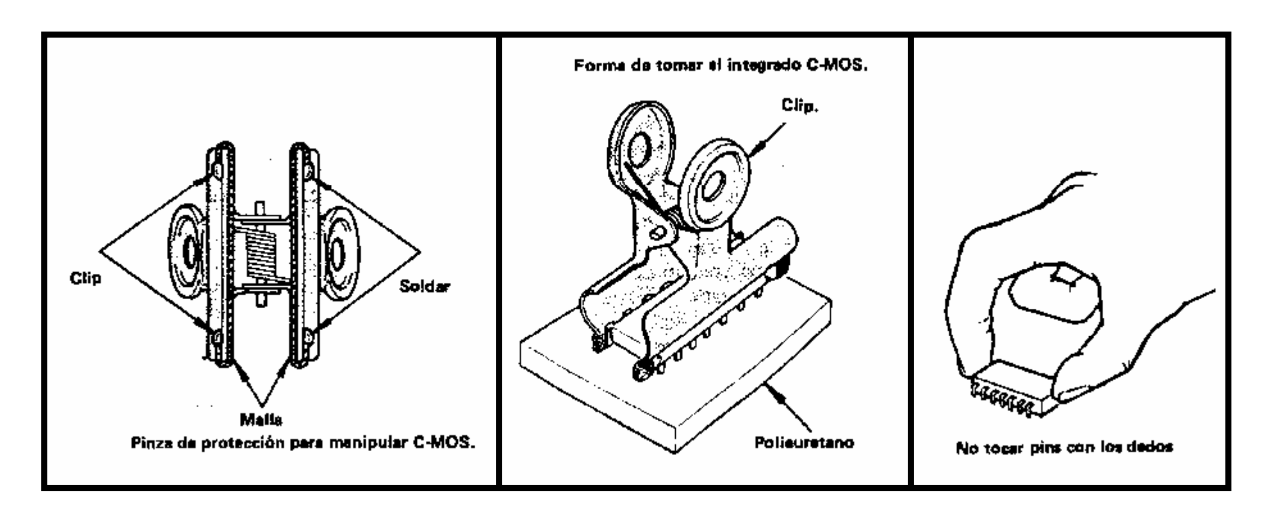
El traslado, almacenaje y montaje de los C-MOS deberá hacerse siempre provisto de las protecciones interelectródicas, por lo tanto, antes de despojarlos de su envoltorio o de la espuma polieuretánica, deberán asumirse las precauciones mencionadas.

Recordemos comprobar el estado de aislación del cautín, utilizando el tester en la escala de medición más alta. En tal situación, cualquier lectura inferior a 1.000.000 de ohmas deberá ser impedida. Se aconseja conectar a tierra el cautín.

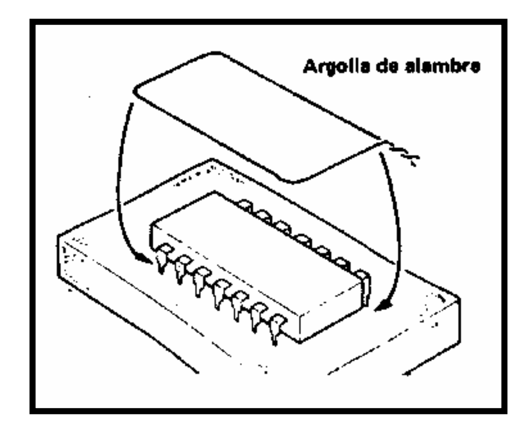
PINZA DE PROTECCIÓN PARA MANIPULAR INTEGRADOS DE LA FAMILIA C-MOS

La forma de construir un dispositivo destinado a equilibrar la diferencia de potencial entre los electrodos de un circuito integrado, es empleando para ello una pinza o clip para papel, a cuyos bordes intercalaremos un trozo de malla metálica extraida desde un cable blindado.

Dicha malla se instala sobre el borde de la pinza y se soldan sus extremos.



Antes de retirar el envase antiestático del circuito integrado, se coloca la pinza cortocircuitando los pines y en estas condiciones el operador deberá realizar el montaje y soldar el integrado al punto que le corresponda.



Otro método, más artesanal, consiste en cortocircuitar los pines uno tras otro mediante un fino alambre de cobre, que será retirado cuando asuma su postura sobre el lugar de instalación.

Una tercera alternativa es la de emplear bases de conexión para circuitos integrados, las que se instalan y fijan con soldadura sobre un circuito impreso. El último acto será instalar el circuito integrado C-MOS sobre la base, teniendo cuidado de impedir todo contacto físico entre el operador y el componente a instalar.